



UNIVERSITAT DE BARCELONA



**ANÀLISI DE L'EFICIÈNCIA DE L'EMPRESA AEROPORTUÀRIA
EN L'ACTUAL MARC DESREGULADOR**

Enric Tarrats i Bierge

Tesi doctoral dirigida pel Dr. Marcelino Garcia Solera,
per a optar al títol de Doctor

Programa: ECONOMIA. Especialitat: TÈCNIQUES I ANÀLISI
D'ECONOMIA APLICADA
Bienni: 1998-2000

Departament d'Econometria,
Estadística i Economia Espanyola
Juny de 2006

Facultat de Ciències Econòmiques i Empresariales
Universitat de Barcelona

Dedicatòries

Per a la meva muller Miett i, els meus fills, Xavier i Enric Antolí

A Miett, per la seva comprensió, paciència i bon humor envers la meva persona i, “su niño”, és a dir, les hores davant del PC. Ha arribat doncs, el moment de dedicar-li aquest treball i retornar-li, amb escreix, el temps que sens dubte li pertoca.

Al meu fill Xavier, enginyer de telecomunicacions i excel·lent persona. A fi que continuï valorant la importància del treball ben fet, i en la que cada vegada és més important dedicar els nostres coneixements amb solidaritat envers la societat de la qual formen part.

Al meu fill Enric-Antolí, inspector d'hisenda i excel·lent persona. A fi que continuï tenir present esmerçar tots els esforços en el foment dels valors de la justícia i solidaritat envers la societat de la qual formen part.

Agraïments

Per ordre cronològic, m'agradaria en primer lloc agrair la direcció del meu primer director de tesi, el Doctor Andreu Sansó, que amb certesa va ajudar-me a resoldre els dubtes inicials associats en relació amb l'enfocament que qualsevol investigador pretén donar a la seva recerca i sobre els aspectes que amb criteri podria anar resolent-se amb pas ferm.

En segon lloc, voldria agrair al Doctor Rafael Echevarne, PhD en Air Transport Economics (1995) per la Cranfield University, per la seva orientació específica en els aspectes derivats de la desregulació aeroportuària en diferents àmbits. Rafael, amb primera persona va saber gestionar amb èxit i total desinterès la transmissió dels spillovers que han estat sens dubte molt importants.

En tercer lloc, el meu agraïment al meu col·laborador en el marc professional Oriol Mach que va ajudar-me de manera desinteressada a polir els aspectes estètics de la tesi. La interpretació sobre la forma en la que havia de presentar-se les dades i els seus resultats va ser resolt per l'Oriol amb agilitat i elegància.

Per últim, vull agrair-li al meu Director de Tesi, el Doctor Marcelino Garcia, la dedicació, els ànims i el rigor que ha de ser exigible a un doctorand. Però, m'agradaria subratllar sens dubte, que els aspectes fonamentals de la seva direcció han estat la seva docència en els aspectes relatius als conceptes bàsics que vaig desenvolupar a la tesi i, sobre tot, la metodologia que finalment vaig utilitzar en l'aplicació.

A tots ells moltes gràcies.

ÍNDEX.

VOLUM I

CAPÍTOL I. Introducció.

CAPÍTOL II. Gestió i Privatització dels Aeroports.

CAPÍTOL III. Anàlisi metodològic aplicable a la mesura de l'Eficiència en les indústries aeroportuàries.

CAPÍTOL IV. L'Aplicació Empírica.

CAPÍTOL V. Conclusions.

BIBLIOGRAFIA

Volum II

ANNEXES

Volum I

CAPÍTOL I.- INTRODUCCIÓ	3
1.1.-Objectiu de la Tesi.....	5
1.2.-Importància del Tema.....	7
CAPÍTOL II.- EL PROCÉS DE LIBERALITZACIÓ EN LA GESTIÓ DELS AEROPORTS	13
2.1.- El procés de liberalització de la gestió aeroportuària en el marc de la desregularització del transport aeri	17
2.1.1.-Antecedents	17
2.1.2.- Les diferents velocitats del procés evolutiu envers la liberalització de la gestió dels aeroports.....	19
2.2.- Anàlisi i Models de desenvolupament actual de la tendència envers la liberalització de la gestió dels aeroports.....	22
2.2.1.- Anàlisi del procés de canvi en les formes de gestió als aeroports	22
2.2.2.- Desenvolupament del procés. Tipologia de la propietat i la gestió de la indústria aeroportuària a l'actualitat	25
2.2.3.- Plantejament i discussió dels objectius del marc desregulador actual.....	31
2.3.- El cas dels aeroports comercials espanyols. Orientació i perspectiva evolutiva	34
2.3.1.- Situació actual	35
2.3.2.- Orientació i perspectiva. Possibles solucions.....	38
CAPÍTOL III .- ANÀLISI METODOLÒGICA APLICABLE A LA MESURA DE L'EFICIÈNCIA EN LES INDÚSTRIES AEROPORTUÀRIES	49
3.0.- Introducció.....	53
3.1.- La Mesura de l'Eficiència tècnica	55
3.2.- Les aproximacions no paramètriques a les funcions frontera de producció.....	59
3.3.- El desenvolupament matemàtic dels mètodes no paramètriques. L'especificació de la tecnologia	60

3.3.1.- El model de l'anàlisi envolupant de dades.....	63
3.3.2.- El model CCR.....	65
3.3.3.- Els programes DEA envolupants.....	70
3.3.4.- L'Eficiència CCR i l'Eficiència tècnica.....	73
3.3.5.- Una breu referència a les economies d'escala i al model de rendiments variables a escala en el context de la DEA.....	75
3.3.6.- Variables categòriques no discrecionals.....	78
3.3.7.- Les comparacions de l'eficiència entre diferents sistemes.....	81
3.3.7.1.-Les comparacions bilaterals.....	84
3.4.- Una aproximació a l'anàlisi multietàpic.....	85
3.4.1.- Abast de l'anàlisi de la regressió de les eficiències DEA per a les variables qualitatives.....	88
3.5.- Altres aproximacions a les funcions frontera de producció.....	89
3.6.- Revisió de la literatura. Cronologia.....	91
3.6.1.- La mesura de l'eficiència en l'entorn de les unitats de presa de decisions.....	92
3.6.2.- L'aplicació dels mètodes no paramètrics de la mesura de l'eficiència a les indústries aeroportuàries.....	108
CAPÍTOL IV.- L'APLICACIÓ EMPÍRICA.....	113
4.1.- Projecció de la metodologia sobre l'aplicació. Objectius.....	117
4.2.-La justificació de l'elecció de les unitats de presa de decisions.....	123
4.3.- Estructuració de les variables definitòries de la producció de la indústria aeroportuària.....	130
4.4.-Desenvolupament de l'aplicació pels inputs discrecionals.....	143
4.4.1.-Anàlisi de la sensibilitat dels resultats.....	145
4.4.2.-Conclusions.....	182
4.5.- Desenvolupament de l'aplicació pels inputs no discrecionals.....	184
4.5.1. Anàlisi de la sensibilitat dels resultats.....	186
4.5.1.1.- El model d'una etapa.....	189
4.5.1.2.-El model multietàpic.....	200
4.5.2.-Conclusions.....	226
4.6.-Desenvolupament de l'aplicació pels inputs de caràcter qualitatiu.....	228
4.6.1. Anàlisi de la sensibilitat dels resultats.....	243

4.6.2.- conclusions.....	245
4.7.-La comparació de l'eficiència entre diferents activitats	247
4.7.1.- Conclusions	254
4.8.- La Comparació Bilateral	255
4.8.1-Conclusions.....	263
CAPITOL V. CONCLUSIONS	265
Conclusions.....	267
BIBLIOGRAFIA.....	275

Volum II

ANNEXES

ANNEX A. Tipologia de la propietat i de la gestió de les indústries aeroportuàries

ANNEX B. Taules de Dades per l'Aplicació

ANNEX C. Resultats dels programaris DEA-Solver i SPSS

ÍNDEX DE TAULES

- Taula 4.1.1.-** Índex CRS, VRS i Rànquings 2001
- Taula 4.2.1.-** Índex CRS, VRS i Rànquings 2002
- Taula 4.3.1.-** Índex CRS, VRS i Rànquings 2003
- Taula 4.4.1.-** Índex CRS, VRS i Rànquings 2004
- Taula 4.1.2.-** Inputs reals de la indústria a l'any 2001 amb la reducció necessària en %
- Taula 4.2.2.-** Inputs reals de la indústria a l'any 2002 amb la reducció necessària en %
- Taula 4.3.2.-** Inputs reals de la indústria a l'any 2003 amb la reducció necessària en %
- Taula 4.4.2.-** Inputs reals de la indústria a l'any 2004 amb la reducció necessària en %
- Taula 4.1.3.-** Produccions reals de les indústries l'any 2001 amb la millora necessària en %
- Taula 4.2.3.-** Produccions reals de les indústries l'any 2002 amb la millora necessària en %
- Taula 4.3.3.-** Produccions reals de les indústries l'any 2003 amb la millora necessària en %
- Taula 4.4.3.-** Produccions reals de les indústries l'any 2004 amb la millora necessària en %
- Taula 4.1.4.-** Índex d'eficiència constants l'any 2001 per a 3 o 4 inputs amb les corresponents reduccions de DONOL i DOL
- Taula 4.2.4.-** Índex d'eficiència constants l'any 2002 per a 3 o 4 inputs amb les corresponents reduccions de DONOL i DOL
- Taula 4.3.4.-** Índex d'eficiència constants l'any 2003 per a 3 o 4 inputs amb les corresponents reduccions de DONOL i DOL
- Taula 4.4.4.-** Índex d'eficiència constants l'any 2004 per a 3 o 4 inputs amb les corresponents reduccions de DONOL i DOL
- Taula 4.5.-** Dades de Facilitats i Actuacions
- Taula 4.6.-** Matriu de components rotades.
- Taula 4.1.7.-** Explotació 2001. Inputs no Controlables
- Taula 4.2.7.-** Explotació 2002. Inputs no Controlables
- Taula 4.3.7.-** Explotació 2003. Inputs no Controlables
- Taula 4.4.7.-** Explotació 2004. Inputs no Controlables
- Taula 4.1.8.-** Índex 2001. CCR i NCN conjunt
- Taula 4.2.8.-** Índex 2002. CCR i NCN conjunt
- Taula 4.3.8.-** Índex 2003. CCR i NCN conjunt
- Taula 4.4.8.-** Índex 2004. CCR i NCN conjunt
- Taula 4.1.9.-** Aplicació de la regressió lineal amb els índex CCR com a variable dependent i els inputs no controlables com a variables independents.2001
- Taula 4.2.9.-** Aplicació de la regressió lineal amb els índex CCR com a variable dependent i els inputs no controlables com a variables independents.2002

- Taula 4.3.9.-** Aplicació de la regressió lineal amb els índex CCR com a variable dependent i els inputs no controlables com a variables independents.2003
- Taula 4.4.9.-** Aplicació de la regressió lineal amb els índex CCR com a variable dependent i els inputs no controlables com a variables independents.2004
- Taula 4.10.-** Resultats de la regressió en el model de dues etapes.
- Taula 4.1.11.-** Índex d'eficiència estimats per el model de regressió lineal en relació amb els inputs no controlables de l'any 2001
- Taula 4.2.11.-** Índex d'eficiència estimats per el model de regressió lineal en relació amb els inputs no controlables de l'any 2002
- Taula 4.3.11.-** Índex d'eficiència estimats per el model de regressió lineal en relació amb els inputs no controlables de l'any 2003
- Taula 4.4.11.-** Índex d'eficiència estimats per el model de regressió lineal en relació amb els inputs no controlables de l'any 2004
- Taula 4.12.-**ACP de l'any 2004 sense les unitats amb els inputs SCC i NSCC nuls.
- Taula 4.13.-** Resultats de la regressió en el model de dues etapes sense les unitats amb els inputs SCC i NSCC nuls.
- Taula 4.1.14.-**Model de tres etapes. Aplicació de la DEA a les folgues de la primera etapa.2001
- Taula 4.2.14.-**Model de tres etapes. Aplicació de la DEA a les folgues de la primera etapa.2002
- Taula 4.3.14.-**Model de tres etapes. Aplicació de la DEA a les folgues de la primera etapa.2003
- Taula 4.4.14.-**Model de tres etapes. Aplicació de la DEA a les folgues de la primera etapa.2004
- Taula 4.1.15.-**Part de la folga total de cada input provocada per la influència dels inputs no controlables a l'any 2001
- Taula 4.2.15.-**Part de la folga total de cada input provocada per la influència dels inputs no controlables a l'any 2002
- Taula 4.3.15.-**Part de la folga total de cada input provocada per la influència dels inputs no controlables a l'any 2003
- Taula 4.4.15.-**Part de la folga total de cada input provocada per la influència dels inputs no controlables a l'any 2004
- Taula 4.1.16.-** Part de la folga total de cada input provocada per la ineficiència a l'any 2001
- Taula 4.2.16.-** Part de la folga total de cada input provocada per la ineficiència a l'any 2002
- Taula 4.3.16.-** Part de la folga total de cada input provocada per la ineficiència a l'any 2003
- Taula 4.4.16.-** Part de la folga total de cada input provocada per la ineficiència a l'any 2004
- Taula 4.1.17.-** Explotació corresponent a la tercera etapa després de l'ajust dels inputs obtinguts a la segona etapa per l'any 2001.
- Taula 4.2.17.-** Explotació corresponent a la tercera etapa després de l'ajust dels inputs obtinguts a la segona etapa per l'any 2002.

- Taula 4.3.17.-** Explotació corresponent a la tercera etapa després de l'ajust dels inputs obtinguts a la segona etapa per l'any 2003.
- Taula 4.4.17.-** Explotació corresponent a la tercera etapa després de l'ajust dels inputs obtinguts a la segona etapa per l'any 2004.
- Taula 4.18.-** Nombre d'unitats eficients.
- Taula 4.19.-** Assignació de la variable categòrica Propietat aliena a cada indústria.2001.
- Taula 4.1.20.-** Categorització i conjunt de referències de les indústries per l'any 2001.
Inputs no controlables.
- Taula 4.2.20.-** Categorització i conjunt de referències de les indústries per l'any 2002.
Inputs no controlables.
- Taula 4.3.20.-** Categorització i conjunt de referències de les indústries per l'any 2003.
Inputs no controlables.
- Taula 4.4.20.-** Categorització i conjunt de referències de les indústries per l'any 2004.
Inputs no controlables.
- Taula 4.21.-** Assignació de la variable categòrica Propietat pròpia a cada indústria.2004.
- Taula 4.1.22.-**Categorització i conjunt de referència per l'any 2001.Inputs controlables.
- Taula 4.2.22.-**Categorització i conjunt de referència per l'any 2002.Inputs controlables.
- Taula 4.3.22.-**Categorització i conjunt de referència per l'any 2003.Inputs controlables
- Taula 4.4.22.-**Categorització i conjunt de referència per l'any 2004.Inputs controlables.
- Taula 4.23.-** Resultats de la variància.
- Taula 4.24.-** Escenaris temporals de la propietat pública i privada.
- Taula 4.1.25.-**Comparació d'Indústries en els dos sistemes. 2001.
- Taula 4.4.25.-**Comparació d'Indústries en els dos sistemes. 2004.
- Taula 4.26.-** Comparació Bilateral.
- Taula 4.27.1.-**Comparació Bilateral. Cas 1.
- Taula 4.27.2.-**Comparació Bilateral. Cas 2.
- Taula 4.28.1.-**Resultats de la Comparació Bilateral. Cas 1.
- Taula 4.28.2.-**Resultats de la Comparació Bilateral. Cas 2.

ÍNDIX DE DIAGRAMES

- Diagrama 4.1.1.-** Representació de les *peers* de les unitats ineficients i els seus índex. 2001
- Diagrama 4.2.1.-** Representació de les *peers* de les unitats ineficients i els seus índex. 2002
- Diagrama 4.3.1.-** Representació de les *peers* de les unitats ineficients i els seus índex. 2003
- Diagrama 4.4.1.-** Representació de les *peers* de les unitats ineficients i els seus índex. 2004
- Diagrama 4.1.2.-** Representació de les *peers* i el nombre d'unitats que hi formen part. Any 2001
- Diagrama 4.2.2.-** Representació de les *peers* i el nombre d'unitats que hi formen part. Any 2002
- Diagrama 4.3.2.-** Representació de les *peers* i el nombre d'unitats que hi formen part. Any 2003
- Diagrama 4.4.2.-** Representació de les *peers* i el nombre d'unitats que hi formen part. Any 2004
- Diagrama 4.1.3.-** Variació del status de *peer* de les indústries eficients amb i sense l'input empleats. Any 2001
- Diagrama 4.2.3.-** Variació del status de *peer* de les indústries eficients amb i sense l'input empleats. Any 2002
- Diagrama 4.3.3.-** Variació del status de *peer* de les indústries eficients amb i sense l'input empleats. Any 2003
- Diagrama 4.4.3.-** Variació del status de *peer* de les indústries eficients amb i sense l'input empleats. Any 2004
- Diagrama 4.1.4.-** Representació del rànquing de les *peers* quan no es considera la *peer* amb més freqüències. Any 2001
- Diagrama 4.2.4.-** Representació del rànquing de les *peers* quan no es considera la *peer* amb més freqüències. Any 2002
- Diagrama 4.3.4.-** Representació del rànquing de les *peers* quan no es considera la *peer* amb més freqüències. Any 2003
- Diagrama 4.4.4.-** Representació del rànquing de les *peers* quan no es considera la *peer* amb més freqüències. Any 2004
- Diagrama 4.1.5.-** Representació percentual de les indústries ineficients que l'any 2001 van conservar l'índex d'eficiència tècnica per a les explotacions de 4 o 3 inputs i amb únicament folgues en els inputs DOL o DONOL
- Diagrama 4.2.5.-** Representació percentual de les indústries ineficients que l'any 2002 van conservar l'índex d'eficiència tècnica per a les explotacions de 4 o 3 inputs i amb únicament folgues en els inputs DOL o DONOL
- Diagrama 4.3.5.-** Representació percentual de les indústries ineficients que l'any 2003 van conservar l'índex d'eficiència tècnica per a les explotacions de 4 o 3 inputs i amb únicament folgues en els inputs DOL o DONOL

Diagrama 4.4.5.- Representació percentual de les indústries ineficients que l'any 2004 van conservar l'índex d'eficiència tècnica per a les explotacions de 4 o 3 inputs i amb únicament folgues en els inputs DOL o DONOL

ÍNDEX D'ESQUEMES

Esquema 2.1.- Coordenades del Model d'organització

Esquema 2.2.- Creació de societats aeroportuàries participades per les administracions territorials i a mig termini pel sector privat

Esquema 4.1.- Variables del procés productiu

ÍNDEX DE FIGURES

Figura 3.1.- Isoquanta i isocost: Procés de producció que utilitza dos inputs per obtenir un únic output.

Figura 3.2.- Mesures d'eficiència tècnica orientada a l'input i a l'output. Un input i un output

**CAPÍTOL I.
INTRODUCCIÓ**

ÍNDEX

1.1.-Objectiu de la tesi..... 5

1.2.-Importància del tema..... 7

1.1.-Objectiu de la tesi

L'evolució del món de l'aviació a finals del segle XX i en aquests primers anys d'aquest segle ha estat espectacular, no solament en el camp de la indústria aeronàutica i aeroespacial sinó també en el transport aeri i les infraestructures que acullen aquest mode de transport, els aeroports.

En efecte, els aeroports han passat a ser un espai físic, els aeròdroms, que ha de tenir un conjunt de requeriments tècnics, a una instal·lació en la qual l'intercanvi de béns i serveis entre els usuaris i els gestors dels aeroports són importants. Així, per la banda dels titulars de la instal·lació una bona de gestió ha de permetre garantir el compliment de la definició estratègica de l'aeroport, el Pla director, el Pla de negoci, les opcions de configuració empresarial, el màrqueting, etc.

És, per tant la indústria aeroportuària, és a dir, l'empresa que gestiona l'aeroport o aeroports d'un mateix grup aeroportuàri, o d'una manera més genèrica, les empreses aeroportuàries enteses com les societats *holding* que addicionalment són també titulars d'altres interessos empresarials, les responsables d'administrar i gestionar els recursos que són disponibles al seu abast.

L'objectiu d'aquesta tesi se situa precisament en el marc d'actuació dels gestors aeroportuaris i el seu entorn: la recerca del comportament, des del punt de vista de l'eficiència tècnica, dels factors endògens i exògens que vehiculen l'eficiència de les indústries aeroportuàries. Aquesta recerca, en el context d'un àmbit investigador no suficientment desenvolupat, hauria de ser un instrument que hauria de tenir-se en compte en el context actual del procés desregulador iniciat arreu.

Les variables del procés productiu del sector aeroportuari que haurien d'administrar-se pel gestor, tant si són discrecionals com no controlables, haurien de permetre escatir quins són els factors que potenciïn l'eficiència dels aeroports o, si més no, estableixin orientacions sobre el tractament administratiu que les indústries fan sobre els factors productius del treball, del consum i del capital i que com a resultat dels quals es determina el comportament eficient o ineficient dels aeroports.

Des del punt de vista de la gestió diària d'un aeroport, s'ha posat fins ara èmfasi en el fet d'obtenir el màxim creixement dels outputs. No obstant això, mitjançant els anomenats indicadors d'actuació, hi ha un interès creixent en el sector econòmic aeroportuari, d'analitzar l'evolució dels costos operatius que resulten ser els factors productius rellevants del comportament eficient o ineficient de les empreses d'aquest sector.

Es pretén escatir, utilitzant la metodologia no paramètrica del programa lineal de l'anàlisi envolupant de dades, si aquests factors productius discriminen en el marc de l'eficiència els aeroports.

També es vol comprovar si els inputs quantitius no controlables pels gestors de les instal·lacions aeroportuàries exerceixen alguna influència positiva sobre els aeroports ineficients.

Un tercer context d'anàlisi és esbrinar si el fet que els consells d'administració de les indústries aeroportuàries siguin majoritàriament públics o privats, està associat a un comportament diferent del seu índex d'eficiència i, en aquest darrer supòsit, en quina mesura afecta a aquest índex en el cas que els òrgans de decisió dels plans estratègics dels aeroports se situïn, pel motiu que la propietat és aliena, "lluny" de l'aeroport i, per tant, fora de l'abast dels gestors dels aeroports.

Per últim, d'una banda es vol contrastar si el comportament eficient de les activitats aeroportuàries que responen a diferents tipologies de la titularitat del capital són significatives i, d'altra banda, també es vol contrastar, en el marc de les variables categòriques qualitatives, l'eficiència de les indústries aeroportuàries en relació amb el tipus de participació accionarial.

1.2.- Importància del tema

La investigació sobre la mesura de l'eficiència productiva és una de les àrees de l'anàlisi econòmica que ha experimentat un desenvolupament més gran als darrers anys.

La seva aplicació en el camp de les empreses que gestionen els aeroports, les anomenades indústries aeroportuàries, ha estat associat amb la creixent competitivitat entre aquestes empreses que, al seu torn, són en ple procés de privatització.

És creixent el fet que algunes indústries estiguin canviant la titularitat del capital, fins fa uns anys totalment dependent del sector públic empresarial, a un tipus d'accionariat en el que la intervenció total del sector privat, o la constitució d'empreses d'economia mixta implica que les instal·lacions aeroportuàries presentin avui, un canvi substancial en les seves formes de gestió empresarial.

Una de les qüestions més significatives és determinada pel compliment dels plans estratègics que delimitaran, en aquest nou horitzó empresarial, l'equilibri entre el procés productiu derivat de l'explotació de les instal·lacions per part dels seus gestors, i la definició dels objectius marcats pels corresponents consells d'administració.

La missió estratègica imposada pels propietaris del capital es basa en el fet que aquestes indústries han d'esdevenir centres de transport aeri globalment competitius en els quals es proporcioni als seus usuaris un conjunt de requeriments com la seguretat, l'eficiència productiva, unes atractives facilitats i uns excel·lents serveis.

En aquest context, els consells d'administració es consideren responsables entre altres matèries de:

- Ésser sensibles a les necessitats dels seus clients i comunitats. (és clar que els clients no són únicament els usuaris directes dels aeroports, els passatgers, les companyies aèries i, en termes generals, els agents de càrrega, sinó també totes les altres empreses que directament o indirectament són proveïdors de serveis als aeroports).

- Proporcionar plusvàlua superior als seus clients. És a dir, potenciar el funcionament de tots els equipaments i instal·lacions de l'aeroport unificant les activitats de socis i usuaris que sovint es mostren entrecreuades, tal com estableix S.Gang en l'article "*El aeropuerto como aglutinador de actividades,*" publicat en el llibre "En torno a los aeropuertos" (1996).
- Anticipar i planificar el futur de la indústria i continuar mantenint, en el marc els compromisos derivats de l'administració d'un bé públic, la confiança de la societat. És clar que aquests compromisos es recullen també dins dels objectius de les empreses concessionàries a llarg termini dels aeroports.
- Fer màrqueting i promoure els serveis de transport aeri interior i internacional tant per als passatgers com per a les mercaderies i
- Proporcionar una gestió prudent dels actius i les fonts financeres de l'empresa.

No obstant això, Rigas Doganis autor de *la Empresa Aeroportuaria* (1995), mostra el fet que encara ara molts aeroports mesuren els seus resultats utilitzant criteris basats en els guanys o, en el creixement del trànsit de passatgers o càrrega aèria i el moviment anual d'aeronaus. Aquest és el cas d'alguns governs locals o territorials que en els darrers anys havien establert per als aeroports objectius simplement financers com, per exemple, els que són derivats del fet de no incórrer en pèrdues, o d'obtenir una rendibilitat adequada sobre els seus actius nets.

Malgrat això, en l'actualitat cada vegada són més nombrosos els aeroports que han establert indicadors d'actuació que escenifiquin la imatge real de la gestió empresarial de la instal·lació aeroportuària. El mateix R. Doganis et al. afirmen, en *The Economic Performance of European Airports* (1995), que aquests indicadors són necessaris per a mesurar l'eficiència econòmica aeroportuària, és a dir, la relació entre l'input (factor treball, capital emprat en la compra d'equipament per l'operació aeroportuària, diferents tipus d'actius fixes, etc.) i l'output en el que es recull els diferents tipus d'ingressos derivats de l'ús de les instal·lacions de les indústries aeroportuàries i que es mesura per les operacions aèries, productivitat del capital, ingressos no aeronàutics, etc.

Per tant, d'acord amb les determinacions definides pels diferents plans estratègics, i tenint en compte la relació input-output, una empresa aeroportuària ha de poder decidir el seu programa d'inversions. És amb aquests supòsits que les diverses unitats de presa de decisions dels aeroports haurien de ser capaces de gestionar inicialment els seus actius i que, en definitiva, a la vista dels resultats que puguin obtenir els hauria de servir per canviar o millorar la gestió encomanda pels propietaris de cada indústria en la seva respectiva direcció executiva.

Cal dir, però, que la relació input-output no recull una valoració global de la instal·lació aeroportuària. Des d'aquest punt de vista, l'objectiu de l'eficiència en matèria de gestió aeroportuària no hauria de ser cap que determinar com s'hauria de fixar a escala comparativa en relació amb un nivell òptim.

En efecte, si el comportament dels indicadors aeroportuaris es mesurés històricament a fi de tenir en compte una previsió de les futures actuacions, es podrien utilitzar en termes de variable independent tant l'input com l'output, fent-se servir, respectivament, com a dades l'output o l'input. Però cal tenir en compte que l'aeroport no constitueix una unitat de gestió totalment independent i, per tant, les seves produccions de béns i serveis no són, de fet, exclusivament de caire intern. En aquest context, el que realment interessa és determinar quines variables no directament controlables quantitatives o qualitatives de la seva pròpia estructura determinen el seu comportament i això comporta que cal conèixer com altres instal·lacions aeroportuàries són capaces de millorar la seva actuació global.

La idea de comparar els aeroports, segons les seves mesures de comportament constitueix una bona base de partida a partir de la qual es pot aprofundir en els conceptes de productivitat i eficiència. Antonio Alvarez Pinilla, com a coordinador dels treballs recollits en el llibre *Medida de la eficiencia i la productividad* (2001), manifesta que les empreses i, per extensió, les empreses aeroportuàries, que maximitzin els beneficis es poden considerar eficients. Si bé aquesta afirmació sembla obvia, és necessari distingir en el segment de les empreses del sector serveis el cas de les empreses aeroportuàries que assoleixen la seva eficiència quan obtenen el màxim output d'aquelles que minimitzen el cost operatiu mitjançant una combinació adient dels inputs emprats.

És precisament una bona gestió del consum d'aquests inputs la que hauria d'orientar eficientment la gestió dels aeroports. És a dir, si dues empreses aeroportuàries pertanyent a un mateix entorn poden arribar a obtenir quantitats similars d'output, i això no obstant, poden haver consumit quantitats inferiors dels inputs que utilitzen com a resultat ja sigui de l'orientació estratègica de l'empresa, ja sigui de les condicions de contorn endògenes (és a dir la qualitat del serveis proporcionats als seus clients, les companyies aèries, els agents logístics i en general als usuaris) o simplement pel fet d'haver donat la consideració d'adient als factors treball i capital.

Aquests serveis formen específicament part de determinats tipus de factors productius, com les que s'encaixen sota la denominació de despeses operacionals no laborals i que s'associen directament als costos d'explotació aeroportuaris.

Segons R. Doganis et al. a *The Economic Performance of European Airports* (1995) s'afirma que també hi ha altres factors de caràcter financer o empresarial que afecten l'actuació global aeroportuària. Aquests autors n'esmenten concretament dos:

Assolir substancials guanys, si allò que es pretén és l'autofinançament de les inversions dutes a terme i, per tant, no incórrer en pèrdues financeres o bé assolir rendiments adequats sobre els actius nets més específics.

En definitiva, com s'exposa en la revisió de la literatura, hi ha un interès creixent de la indústria aeroportuària en guanyar competitivitat. L'interès del sector aeroportuari en ésser competitiu no es determina únicament pel fet de minimitzar el cost operacional,¹ sinó de fer atractiu l'aeroport en relació amb els seus principals clients, les companyies aèries i, en general, de les empreses proveïdores dels serveis aeroportuaris. L'èxit de l'aplicació del *know how* de cada indústria dependrà, en primer lloc, de les directrius generals del pla estratègic, i en segon lloc, del fet de contribuir al mantenint dels costos d'explotació de la indústria de les aerolínies a un nivell raonable. Per últim, a minvar, mitjançant d'una inversió equilibrada, la influència en la gestió aeroportuària dels inputs no controlables.

¹ Cranfield: "User costs at Airports...". Informe de investigació núm.6 del Grup de Transport Aeri."Col·legi Universitari d'Aeronàutica" (1988).

En aquest context, són molts els propietaris de les instal·lacions aeroportuàries que es plantegen com a objectiu bàsic la participació del capital privat en la propietat, sobretot per disminuir de disminuir la càrrega financera i aconseguir com a resultat una font d'ingressos per al sector públic. Un altre motiu força important és, completat el procés de la privatització, tenir lliure accés al mercats financers. Altres avantatges addicionals són conseqüència de poder exercir una gestió dinàmica i comercial, ja que l'aeroport pot gestionar contractes mercantils que li permetin negociar amb molta més agilitat i de manera addicional guanyar en competitivitat. Per exemple, molts països, de la mateixa manera que passa a l'Estat espanyol, tenen lleis de contractes de les administracions públiques bastant similars.

Per últim, l'eficiència de l'empresa aeroportuària, en l'actual marc desregulador, constitueix un factor de desenvolupament a la seva àrea d'influència. En efecte, un aeroport susceptible de ser eficient és un catalitzador d'implementacions empresarials i, a la vegada, un generador d'oportunitats de negoci per a l'establiment d'indústries afins en el seu entorn. Aquestes potencialitats son associades a la creació de llocs de treball directes i indirectes relacionats amb activitats logístiques que, en definitiva, han de permetre la millora de l'atractiu global de l'entorn aeroportuari.

CAPÍTOL II.
EL PROCÉS DE LIBERALITZACIÓ EN LA GESTIÓ DELS AEROPORTS.

ÍNDEX.

2.1.- El procés de liberalització de la gestió aeroportuària en el marc de la desregularització del transport aeri.....	17
2.1.1.-Antecedents	17
2.1.2.- Les diferents velocitats del procés evolutiu envers la liberalització de la gestió dels aeroports.....	19
2.2.- Anàlisi i models de desenvolupament actual de la tendència envers la liberalització de la gestió dels aeroports	22
2.2.1.- Anàlisi del procés de canvi en les formes de gestió als aeroports	22
2.2.2.- Desenvolupament del procés. Tipologia de la propietat i la gestió de la indústria aeroportuària a l'actualitat	25
2.2.3.- Plantejament i discussió dels objectius del marc desregulador actual.	31
2.3.- El cas dels aeroports comercials espanyols. Orientació i perspectiva evolutiva.....	34
2.3.1.- Situació actual	35
2.3.2.- Orientació i perspectiva. Possibles solucions.....	38

2.1.- El procés de liberalització de la gestió aeroportuària en el marc de la desregularització del transport aeri.

2.1.1.-Antecedents.

Als darrers anys el transport aeri ha experimentat, a escala mundial, notables canvis centrats en:

- La tendència global a la desregularització amb la desaparició de les restriccions als drets de trànsit que havien protegit als mercats. Als Estats Units, l'Acta de desregulació de les aerolínies (ADA) de 1978 va esdevenir, primer a escala nord-americana, i tot seguit durant la dècada dels vuitanta a Europa, el punt de partida de la nova era del transport aeri. No obstant això, per W.E. O'Connor en "*An Introduction Airline Economics*" (2001), la tendència desregularitzadora dels drets de trànsit, tot i que va comptar amb l'oposició de molts governs, no fou d'abast mundial fins els anys noranta.
- Les aliances entre companyies aèries a escala mundial tendents a la globalització del sector del transport aeri. Aquest procés que va començar als anys vuitanta amb una sèrie de fusions de companyies nord-americanes, (per exemple Delta es va fusionar amb Western, TWA va comprar Ozark i United va adquirir la Division Pacific de Pan American), està encara en l'actualitat, continuant amb les aliances entre companyies aèries.² i
- La competència creixent entre els aeroports a fi de captar el trànsit aeri i la gestió global d'un conjunt d'aeroports. En aquest context, entre les empreses aeroportuàries que més s'han distingit, cal subratllar les tres següents: BAA plc. té, entre d'altres quotes de participació les d'Airport Development Group d'Austràlia, Australia Pacific Airports Ltd. i Westralia Airports Corporation Pty Ltd. i a més, gestiona entre d'altres els aeroports de Baltimore, Boston, Indianapolis, Melbourne i Nàpols. Ferrovial Aeropuertos

² Entre les aliances més conegudes s'hi troben l'aliança Oneworld formada entre altres companyies per les següents: American Airlines, British Airways, Iberia, Cathai Pacific, Qantas i Finnair i Star Alliance constituïda per les següents companyies: United Airlines, Lufthansa, Air Canada, Varig, Thai Airlines, All Nippon Airways, entre d'altres.

és la companyia mare de Cintra (Mèxic), a més és la propietària dels aeroports de Belfast i Bristol i gestiona els aeroports de Niàgara Falls als Estats Units i Antofagasta a Xile. Macquairie Airports té una important participació en el capital social de Southern Cross Airport Corporation Holdings d'Austràlia que al seu torn és propietari de l'aeroport de Sydney. A més, Macquairie Airports participa, entre altres aeroports, majoritàriament als aeroports de Brussel·les, Roma i Copenhaguen.

En aquest entorn de creixent competitivitat, els gestors aeroportuaris no inverteixen i executen únicament instal·lacions i infraestructures sinó que, a més, s'han transformat en empreses comercials i, per tant, en centres de negocis afins al transport aeri, en els quals la relació entre els gestors aeroportuaris i els seus clients, les companyies aèries, continuarà essent l'aspecte fonamental del negoci aeroportuari.

2.1.2. Les diferents velocitats del procés evolutiu envers la liberalització de la gestió dels aeroports.

Un sistema de transport aeri eficient i integrat amb altres modes de transport és una condició necessària per assegurar la competitivitat d'un territori i la qualitat de vida dels seus ciutadans. La gestió dels aeroports és una peça clau per aconseguir aquest doble objectiu, però per assolir-lo era imprescindible superar el marc de relacions existent gràcies a introduir els criteris de competència, incorporar les administracions territorials i la societat civil als òrgans de govern dels aeroports i obrir la seva gestió a la participació de la iniciativa privada.

A l'Europa continental, a diferència del Regne Unit, Austràlia i Amèrica, el procés d'incorporar les administracions territorials i la societat civil a la gestió està essent més lent, i l'espectre dels diferents sistemes de la propietat i de gestió aeroportuàries aplega una àmplia gamma de possibilitats per a vehicular l'administració dels aeroports cap a formes de gestió estrictament empresarials.

En canvi, a la resta dels països desenvolupats i, fins i tot en vies de desenvolupament, la velocitat del procés desregulador, malgrat el fet d'haver començat amb posterioritat, ha estat molt més ràpid.

Un bon exemple són els aeroports australians que, en un breu període de temps, el bienni 1996-1998, han esdevingut *freeholds*.³

Fora d'Europa, s'estan produint a escala global molt generalitzada, amb més velocitat del procés o acceleració, la tendència cap a sistemes aeroportuaris en que la propietat del capital sigui majoritàriament privada. Així, en altres continents, l'any 2000 ja s'havien privatitzat aeroports de tots els tamanys en termes de WLU⁴. Els únics requeriments que exigien els "òrgans venedors" –els estats corresponents–, foren, tot i que no sempre, en alguns casos la fixació d'un sistema tarifari i la presència d'un operador aeroportuari que facilités el *know how* necessària per a l'operació aeroportuària.

³ Venda perpètua de la propietat.

⁴ Work Load Unit, unitat en que es mesura el trànsit als aeroports i que recull tant els passatgers com la càrrega aèria.

No obstant això a Europa no ha estat fins els darrers temps, 2002-2004, que la participació accionarial majoritàriament privada comença a ser realitat. La justificació cal situar-la en el fet que els governs estatals o territorials havien considerat les infraestructures aeroportuàries com a eix de la seva política estratègica en matèria de transport.

A Europa els diferents responsables del sistema aeroportuari europeu situen la gestió com a eix del seu desenvolupament. En aquest context, es posa molt èmfasi en les polítiques de màrqueting aeroportuàries, ja que es pretén la captació del transit aeri en un marc molt competitiu.

Les indústries aeroportuàries aspiren mitjançant d'una adequada gestió de les seves instal·lacions aeroportuàries, a satisfer en cada moment les demandes de les aerolínies tenint en compte que els aeroports són un element clau en la planificació estratègica que aquestes empreses executen. Així, factors com la gestió de les flotes i el corresponen *routing* o la coordinació dels temps de connexió depenen de la capacitat de resposta en temps real de l'operador aeroportuari que, en definitiva, és bàsic per assolir l'objectiu final comú que és el de subministrar un servei amb la qualitat que sol·licita el principal client aeroportuari.

Aquest és el principal motiu pel qual, a Europa, el desenvolupament de la tendència desreguladora dels aeroports cap a formes de gestió empresarials s'estigui produint a un règim de velocitat reduïda en relació amb la resta del món, ja que el procés privatització dels seus clients, els operadors aeris, es troba en una fase molt més avançada d'aquesta tendència cap a la titularitat privada del seu capital accionarial.

Fora de d'Europa continental i a altres continents, les empreses concessionades o privades que gestionen els aeroports tenen, no obstant això, el mateix objectiu que les europees però, a diferència d'aquestes, el fet de donar resposta a les demandes dels clients ho aconsegueixen amb la seva mútua competència.

Una bona mostra d'aquesta competència que, en definitiva beneficia a les companyies aèries, té lloc a escala regional. Els aeroports americans competeixen entre ells pel nou transit generat com a conseqüència del creixement del mercat. Les línies *lowfare*⁵ han generat i estan produint una nova demanda, especialment

⁵ Son les erròniament anomenades de baix cost.

als aeroports secundaris capaços de proveir instal·lacions competitives en matèria tarifària , despeses de *handling*, etc

Un altre exemple de competència rau en el passatger en trànsit, la competència entre els aeroports de tamany mitjà va en augment. Així, en els grans aeroports *hub* americans com ara Miami, Minneapolis, Atlanta, Chicago, entre d'altres, aquest tipus de trànsit està creixent en detriment dels petits centres de connexió que veuen reduir el seu nombre. És per aquest motiu que els aeroports de tamany mitjà es dissenyen amb l'objectiu de poder facilitar l'establiment d'estratègies per poder competir pel trànsit, a través d'infraestructures eficients, temps de connexió reduïts, alta qualitat de servei, *routings* flexibles, etc.

A diferència dels aeroports europeus, els aeroports de mida mitjana dels EEUU i Canadà lluiten per aconseguir sinergies amb les companyies aèries capdavanteres per tal d'arribar a acords comercials i tarifes amb els aeroports que pretenen atraure-les a fi que fixin la seva base operativa. La moneda de canvi mutua entre unes i altres és, sens dubte, la qualitat del servei ofert per ambdues indústries, l'aeroportuària i la del transport aeri.

2.2.-Anàlisi i models de desenvolupament actual de la tendència envers la liberalització de la gestió dels aeroports.

2.2.1.- Anàlisi del procés de canvi en les formes de gestió als aeroports.

La desregularització global del transport aeri ha comportat el canvi de l'estructura convencional de les empreses del sector que estava basada en les antigues companyies de bandera. Aquest canvi ha estat també una resposta als requeriments del mercat que està produint una creixent globalització d'aquest sector del transport, a través d'aliances d'abast mundial, i el desenvolupament de les franquícies per a rutes secundàries en el context d'una propietat globalitzada (molt compost estatal i privatitzada).

En aquest context, el segment aeroportuari està seguint el mateix camí endegat per les companyies aèries, en un marc d'intercanvi econòmic seguint les regles de la lliure competència. L'orientació que en el futur tingui el sector aeroportuari dependrà en l'àmbit de la propietat i/o la gestió, del lideratge que les empreses especialitzades en la gestió d'aeroports vulguin representar en la compra i la gestió dels sistemes aeroportuaris. En els darrers anys, s'ha incrementat la tendència cap a la privatització de les instal·lacions aeroportuàries, no solament en relació amb els elements accessoris a l'explotació dels aeroports, sinó també de la mateixa gestió aeroportuària.

Aquest procés respon d'una banda, a la necessitat dels poders públics de cercar una millora en la gestió d'aquestes infraestructures però, a la vegada, per l'interès de les empreses prestadores de serveis aeronàutics d'estendre i internacionalitzar el seu àmbit d'actuació per tal de millorar la competitivitat.

Així, aquest moviment se situa en el marc de les polítiques públiques que consideren que el model de finançament i explotació pública ha arribat a una manca d'eficiència que comporta que el seu manteniment sigui insostenible, ja que es desenvolupen en un entorn en què les restriccions pressupostàries són cada cop més evidents.

Es tracta, per tant, de cercar més autosuficiència financera dels aeroports i potenciar la seva vessant comercial enfront a la noció de servei públic que es prenia com a referència principal, segons la consideració que els aeroports s'han convertit en importants centres de negoci que constitueixen un element cabdal en la generació d'activitat econòmica. En els darrers anys, s'ha accelerat la tendència cap a la creació de corporacions públiques la missió de les quals és la gestió global dels aeroports com a empreses. Això ha comportat més intercanvi d'informació entre les companyies aèries i els aeroports, ja que les corporacions creades requereixen un màrqueting aeroportuari complet associat a les necessitats de les aerolínies.

A més, el mercat al qual es destina la indústria aeronàutica, els fabricants d'aeronaus, es troba cada vegada més limitat per les capacitats dels aeroports europeus, fet que limita les oportunitats de negoci; per últim, l'important increment dels moviments de trànsit, en el marc dels aeroports existents arreu, està portant a terme la consolidació del corrent privatitzador actual. Sobre aquesta qüestió, el desenvolupament del sistema aeronàutic d'un país és un element determinat per a fer atractiu un territori des del punt de vista de la inversió que incideix, de manera directa, en el creixement econòmic en comportar la presència en tres sectors de primera magnitud com ara el comerç, el turisme i el transport.

A més, el desenvolupament d'aquests sectors atrau d'altres activitats que estenen el seu impacte a tot el teixit empresarial. La presència d'aeroports s'associa al desenvolupament empresarial local i al naixement i creixement al seu entorn d'activitats econòmiques auxiliars. Com apunta Siegfried Gang, en el capítol "*El aeropuerto como aglutinador de actividades*" del llibre "*En torno a los aeropuertos*" de Cuadernos de INECO num. 1 (1996), la millora dels ingressos no aeronàutics s'assoleix mitjançant l'establiment de noves àrees de lleure, nous centres de negoci, etc. Així per exemple, a l'aeroport de Schiphol (Amsterdam) es va obrir un camp per a la pràctica del golf cobert assitit per ordinador i un gran centre mundial de comerç. Aquesta darrera instal·lació es repeteix també als aeroports de Frankfurt i Viena. En definitiva, els aeroports tenen un paper fonamental en la seva comunitat d'influència i són un important instrument de creació de riquesa i llocs de treball directes, indirectes i induïts.

En relació amb els ingressos recaptats per la indústria aeroportuària, cada vegada s'accentua més la tendència respecte de la creixent importància dels ingressos no dependents de l'aviació, vinculats a les activitats comercials desenvolupades als aeroports, sobre els ingressos aeronàutics associats al cobrament pels serveis a passatgers, aeronaus i mercaderies. Aquesta tendència és més important als aeroports que ja són privats o són en vies de privatitzar-se. Això no obstant, els ingressos procedents de la gestió del trànsit aeri sempre constituïran una base important del volum de negoci de les indústries aeroportuàries.

En definitiva, els sistemes d'organització funcional dels aeroports s'estan estructurant en dues grans divisions, operacional i comercial, que constitueixen dues grans àrees de negoci amb sistemes de gestió diferenciats. Tal com expressa P. Krugman en el llibre *Geography and Trade* (1996), en les economies d'aglomeració d'arreu, els fenòmens de la localització són importants i, en aquest context, els aeroports representen un paper significatiu i contribueixen, cada vegada més, a incrementar el seu protagonisme dins de la regió on s'ubiquen.

Des d'aquest punt de vista, no solament els aeroports volen aprofitar el potencial de negoci en el marc de l'aglomeració, sinó que tant els proveïdors de serveis directes aeronàutics, com els proveïdors de serveis financers, les empreses constructores i les empreses de serveis no estrictament aeronàutiques, pretenen tenir la seva oportunitat derivada de la diversificació en les aglomeracions regionals.

El procés endegat relacionat amb de l'objectiu del canvi en la forma de gestió tant en el context de crear noves corporacions públiques empresarials i autònomes en cada aeroport com en les que han encetat el camí cap a la privatització total o parcial, és crear sistemes aeroportuaris que incrementin el nombre de sinèrgies de gestió. Aquestes sinèrgies es fonamenten, ja sigui en la diferència del trànsit dins de l'àmbit endògen del sistema, o en el desenvolupament del màrqueting des del punt de vista exògen, sense menysprear altres efectes d'escala en el context de l'administració o les polítiques de preus.

En conseqüència, però, totes les fórmules de gestió aeroportuària en països desenvolupats se n'aprofiten de la diversificació facilitada per l'aglomeració econòmica regional, en què l'aeroport o la indústria aeroportuària n'és un element més.

2.2.2.- Desenvolupament del procés. Tipologia de la propietat i la gestió de la indústria aeroportuària a l'actualitat.

En l'apartat anterior s'ha assenyalat que, a gairebé tots els països s'ha fet palesa la necessitat de desenvolupar un procés de canvi que comporti un nou model de gestió dels aeroports. Entre els models adoptats, cal remarcar la creació per part dels governs de corporacions públiques de caràcter regional amb la participació en la propietat dels governs locals i regionals i sistemes de gestió amb criteris comercials, o també la compra per part del sector financer dels aeroports que introdueixen formes de gestió pròpies del món empresarial, o també la introducció de sistemes de gestió indirecta similars a la forma concessional.

Per tant, el desenvolupament del procés cap a noves formes de gestió de les instal·lacions aeroportuàries comporta un ampli ventall d'opcions que es poden resumir en la classificació següent:

a) Propietat i gestió pública.

Aquest tipus s'utilitza a l'aeroport de Schiphol a Amsterdam on el Regne dels Països Baixos manté el 75,8% de la participació mentre que la resta pertany a les ciutats d'Amsterdam amb un 21,8% i la ciutat de Rotterdam amb un 2,4%. L'empresa creada per a la gestió, NV Luchthaven Schiphol, opera amb el nom *Schiphol Group*. Aquesta empresa és propietària i operadora dels aeroports d'Amsterdam Schiphol, Rotterdam i Lelystad.

Schiphol Group és, al seu torn, també propietària del 51,5% de l'aeroport de Eindhoven i participa en l'operació de la terminal 4 de l'aeroport JFK de Nova York i l'aeroport de Brisbane.

Els governs de l'estat holandès han expressat interès en la sortida al mercat de valors de l'empresa. *Schiphol Group* opera amb mentalitat empresarial i té com objectius primordials donar valor afegit als seus accionistes i convertir-se en la principal empresa aeroportuària del món.

L'empresa és gestionada per el Supervisory Board designat pels seus accionistes. Aquest Consell nomena el Board directors, amb un conseller delegat, un director d'operacions i un director financer.

Un altre exemple dins d'aquesta categoria és l'aeroport de Munic. La companyia aeroportuària Flughafen München GmbH és la propietària i la gestora de l'aeroport. Els accionistes de la companyia són: L'estat lliure de Baviera amb el 51%, la República Federal d'Alemanya amb un 26% i la ciutat de Munic amb un 23%. A l'igual que en el cas dels aeroports holandesos, l'empresa és gestionada per un Supervisory Board designat pels accionistes que, al seu torn, nomena el Board directors, amb un conseller delegat i dos directors.

b) Propietat i gestió pública per part d'un ens exclusivament local.

Es tracta d'una alternativa que afavoreix una millora en la gestió aeroportuària, al mateix temps que es converteix en un instrument vertebrador directe del desenvolupament de la regió en la qual es troba ubicat l'aeroport, ja que comporta que la propietat i la gestió correspon als governs locals.

Aquesta opció ha estat utilitzada a molts aeroports dels EEUU, llevat dels aeroports de Washington, que són administrats per el Metropolitan Washington Airports Authority, i a Anglaterra, tret dels gestionats per la BAA.

A Canadà s'ha dut a terme la transferència dels aeroports considerats troncats, 26, a corporacions locals sense lucre participades per les diferents corporacions locals.

A Europa, l'aeroport de Manchester és propietat de la societat anònima *Manchester Airports Group Plc* (MAG). A més de Manchester, MAG és propietària dels aeroports de Nottingham East Midlands, Bournemouth i Humberside. Els propietaris de MAG són les 10 municipalitats que constitueixen la regió metropolitana de Manchester, amb les següents participacions: ciutat de Manchester amb el 55%, i les altres nou municipalitats amb el 5% cadascuna.

Tot i que la titularitat en aquest cas continuï estant en mans públiques, en molts supòsits, com ha succeït en el cas americà, gran part de les activitats aeroportuàries

són posteriorment subcontractades amb el sector privat al qual també es recorre per a l'obtenció de finançament mitjançant l'emissió de bons.

Un altre exemple dins d'aquesta categoria són els aeroports de Milà (Malpensa i Linate) que estan gestionats per la *Societa Esercizi Aeroportuali S.p.A* (SEA). Els accionistes de SEA són: la municipalitat de Milà amb el 84,6%, la província de Milà amb un 14,6% i altres un 0,9%. SEA té inversions a diversos aeroports italians i ha participat activament en les privatitzacions d'aeroports arreu del món.

c) Propietat pública i gestió privada.

En aquest cas, no es pot parlar d'una única tipologia sinó que les varietats són múltiples. Així, dins d'aquest model, que es pot designar de privatització parcial, s'inclouria el sistema d'*aliances d'empreses*, la desinversió parcial, els contractes de gestió o els sistemes de gestió tipus BOT.⁶

- ***Aliances d'empreses.*** És el cas de l'aeroport de Kansai on el govern té les 2/3 parts de les accions mentre que la resta es reparteix entre les administracions regionals, locals, i més de 800 empreses i particulars. La forma d'administració es correspon al d'una empresa privada si bé aquesta no disposa d'una total autonomia ja que està sotmesa al control del Ministeri de Transports.

Desinversió parcial. Aquest sistema es correspon amb la retirada paulatina de capital públic en la gestió aeroportuària, que passa d'una posició majoritària a una de minoritària. Ha estat utilitzada en països petits com Suïssa o Àustria amb la finalitat de permetre la participació del capital privat en la construcció d'aquestes infraestructures. Exemples d'aquesta modalitat són l'aeroport de Zuric que ja es gestiona en règim privat des de l'any 2000 i els aeroports de Copenhaguen i Viena.

L'aeroport de Copenhaguen és propietat de *Kobenhavns Lufthavns A/S* societat anònima que cotitza al mercat de valors de Copenhaguen. Els accionistes principals són: el Regne de Dinamarca amb un 33,8 % i els

⁶ Build Operate Transfer

inversors privats amb un 66,2%, distribuïts de la següent manera: institucions inversores i inversors privats internacionals un 24,7%, institucions inversores daneses amb un 20,0%, inversors privats danesos un 14,6% i *Kobenhavns amb el Lufthavns A/S* 6,9%.

La gestió de l'aeroport és a càrrec d'un consell de supervisió que designa el Consell d'Administració i el conseller delegat. La indústria ha fet inversions als aeroports de Newcastle, ASUR (Mèxic), Hainan (Xina) i Noruega.

L'evolució de l'estructura accionarial de l'aeroport de Viena ha estat notòria en els darrers anys 10 anys. Després de la segona sortida a borsa l'any 1995 la situació era la següent: tenien un 17% de les accions tant la República Federal, com el land de la Baixa Àustria i la ciutat de Viena, la resta fins un 48% era en mans privades i un simbòlic 1% pertanyia a l'aeroport d'Amsterdam. No obstant això, la situació actual ha canviat, i a finals de l'any 2004 s'ha escenificat un escenari amb els següents trets: en primer lloc ha desaparegut la participació estatal i, en segon lloc un 10% de l'accionariat és constituït per un fons dels empleats.

La resta és propietat de la ciutat de Viena amb un 20% i el land de la Baixa Àustria també amb un 20%, però els accionistes privats tenen el 50% de les accions.

- **Contractes de gestió.** En aquest cas, la gestió de part o tot l'aeroport es contracta amb un operador especialitzat per un temps determinat i segons certes condicions. És una figura propera a la concessional i que s'utilitza, per exemple, als aeroports d'Àustràlia. Aquesta modalitat permet aplicar procediments menys *dràstics* i amb uns objectius molt clars com són la millora dels ingressos de no aviació, l'eficiència operativa, la transferència de coneixements, etc.

A Brisbane, per exemple, Schiphol Australia, una subsidiària de l'aeroport d'Amsterdam, disposa del 15,8%. Aquesta empresa és, al seu torn, la responsable de l'operació i gestió aeroportuària.

A Indianapolis, degut a la manca de recursos propis especialitzats en la gestió aeroportuària, es va establir que la indústria BAA fos l'operadora

aeroportuària., i a Perth, des de l'any 2003, BAA és també la companyia aeroportuària operadora d'aquest aeroport.

- **BOT.** Aquesta opció es relaciona amb la necessitat de grans inversions en infraestructures. Hi ha diferents mètodes BOT (Build-Operate-Transfer) , BOOT (Build-Own-Operate-Transfer), etc.

Els exemples més representatius són el nou aeroport d'Atenes, la terminal 3 de Toronto, la terminal internacional d'Estambul, Santiago de Xile, etc.

- **Concessió.** La concessió representa el tipus de transacció més comuna de privatització. S'han establert diferents tipus de concessions: a llarg termini, quan la concessió ultrapassa els 50 anys (Austràlia, EEUU, Argentina i Mèxic) i a curt termini, quan no supera els 25 anys (Colòmbia i Bolívia). En el marc de la concessió, les raons per a privatitzar són a causa de les necessitats derivades de finançament de les fortes inversions. Com a conseqüència, es generen grans beneficis per al concessionador que ha de definir molt clarament els objectius pels quals la concessió es porta a terme.

Aquesta modalitat de privatització és l'elegida en el cas de xarxes aeroportuàries.

En el cas de les concessions, és important atorgar períodes suficientment llargs per poder dur a terme els plans estratègics de desenvolupament, i considerar el volum de les inversions generalment relacionades amb els aeroports.

d) Propietat i gestió privada sota un règim de control

És el cas dels aeroports britànics gestionats per la BAA quan es va decidir a treure a Borsa una empresa amb capital totalment públic i, en l'actualitat, la participació privada és del 100%.

La característica primordial d'aquest sistema és que l'empresa gestora es troba sotmesa a un control administratiu, en el sentit que, per exemple, no pot fixar l'establiment de tarifes, sinó que està sotmesa al control i escrutini per part de l'autoritat aeronàutica britànica i de la Comissió Antimonopoli.

2.2.3.-Plantejament i discussió dels objectius del marc desregulador actual.

Des del punt de vista de l'interès públic, sembla que inicialment els governs es plantegin un conjunt d'objeccions a la privatització dels seus aeroports els quals s'associen amb les matèries relacionades amb la seguretat i la defensa.

Les qüestions plantejades, que a aquest efecte, des del punt de vista de l'establiment de criteris, podrien ser objecte de fre a la liberalització de la propietat i la gestió, a més de mantenir el control dels aeroports.

L'argument utilitzat podria recollir aspectes jurídics que es basen en normes legals existents.

La concurrència, la no discriminació i el lliure accés al mercat són un conjunt d'altres objeccions que els aspirants a la compra de la propietat dels aeroports pretenen que sigui garantits. A aquestes qüestions es pot respondre que a l'Europa dels 25 estats, el Tractat de la Unió estableix en el seu article 85 i següents la lliure competència. Sentències com la de Charleroi ho acrediten. Des del punt de vista del mercat laboral, no sembla demostrat que a l'inici del procés per a liberalitzar la propietat dels aeroports, la privatització es mogui en el sentit de crear més ocupació o en direcció contrària. Així, en alguns aeroports que ja han finalitzat el procés de venda dels seus actius en dur a terme el procés de ser privatitzats, s'han produït els dos efectes, tant els afavoridors com els reductors i, fins i tot, s'han mantingut els llocs de treball.

En relació amb la qüestió, si el client s'enfrontaria a una disminució de la qualitat del servei, la resposta és clara: els nous serveis centrarien els seus plans estratègics en l'endegament d'una gestió dinàmica i comercial que hauria de comportar una millora de la seva eficiència operativa.

No obstant això, a l'hora de crear-se els corresponents convenis de la propietat i els consorcis per a la seva gestió, els governs podrien establir instruments de control com els que s'han anat establint arreu: el límit de participació i el vot dels inversors

estrangers (aeroports d' Austràlia i Mèxic), *golden share* (BAA)⁷, la regulació tarifària (Austràlia, BAA, Mèxic i Viena) i l'aprovació dels plans directors per a la planificació de l'aeroport i l'encaix en el territori confrontant.

En el context de les entitats privades que participen en la gestió privada dels aeroports, des de companyies aeroportuàries als inversors financers, passant per altres operadors de transport i empreses constructores, s'ha observat que, llevat dels aeroports pioners en la privatització, com són els del Regne Unit, Austràlia i els EEUU, cap indústria no aeroportuària ha entrat única i individualment als aeroports. Aquest fet comporta que l'estructura dels consorcis privats estigui format per un operador aeroportuari i altres grups financers o immobiliaris. L'obligada presència d'operadors aeroportuaris dificulta l'estructuració dels consorcis perquè, a la pràctica, hi destinen pocs recursos. No obstant això, la seva presència garanteix, en comparació amb les institucions financeres, el coneixement del sector.

De cara al capital privat, el fet de poder entrar en el negoci aeroportuari és summament atractiu per causa, pot ser la més important, de l'evolució del creixement del trànsit aeri en els propers anys. A més, hi ha altres factors que es poden considerar també beneficiosos com el fet que els aeroports són monopolis locals, però un cop privatitzats tenen accés lliure als mercats financers i amb la possibilitat de diversificar-se en altres mercats i indústries. Des del punt de vista intern, la indústria aeroportuària que ja sigui privada té un ample marge pel creixement dels ingressos comercials, amb la qual cosa s'estimula la competitivitat entre els aeroports. Per últim, poden gaudir d'atractius volums de retorn de la inversió.

No obstant això, hi ha també alguns riscos. A Europa, per exemple, si es compara amb EEUU, Canadà i Austràlia, l'espai aeri està molt gestionat i, a més la situació operativa del camp de vol ha arribat en alguns casos al límit de les seves capacitats operatives ja que no pot projectar-se la seva ampliació. A més, i pel que fa a recorreguts curts, la competència amb altres modes de transport és notòria.

En relació amb les companyies aèries, per causa de les estratègies que planifiquen les noves aliances, s'estan produint contínuament canvis en els seus programes que

⁷ El sistema regulador és en mans de l'Estat que en el context d'un accionariat en mans popular, es va reservar les *accions d'or*.

afecten la posada en marxa de plans d'inversions a mig o a llarg termini. En concret, el fenomen de les ofertes de les companyies *low fare* està amenaçant molt seriosament determinats aeroports *hub* ja que, precisament aquestes companyies, amb l'objecte de disminuir una part important dels costos d'explotació originats de les taxes aeroportuàries, estan derivant els seu vols cap els aeroports secundaris de la xarxa.

En resum, el marc desregulador actual dels aeroports és un fenomen que continuarà als propers anys ja que, sens dubte, es continuaran obrint nous mercats. El motiu més important continuen sent les necessitats de finançament i, en aquest context, apareixeran nous inversors privats l'estratègia dels quals, a l'igual del que s'ha fet fins ara, serà l'impuls i la promoció de nous consorcis amb l'objectiu de generar d'una banda, més activitat a l'aeroport i al seu entorn i, de l'altra, substancials ingressos per als governs que privatitzen les instal·lacions aeroportuàries. Com a resultat, és possible que augmenti el risc financer i que això doni pas a l'aparició de *segons mercats*.

2.3.-El cas dels aeroports comercials espanyols. Orientació i perspectiva evolutiva.

Un aeroport és un sistema articulat d'instal·lacions en el qual desenvolupen les seves activitats les companyies aèries, les empreses d'assistència a les aeronaus, als passatgers i a les mercaderies, altres empreses intermodals, els serveis de gestió del control aeri, les assistències tècniques de manteniment, els sistemes duaners i de seguretat, els concessionaris comercials, i les empreses susceptibles de llogar els edificis i espais de la propietat immobiliària per a altres activitats(publicitat, aparcaments, logística, etc.).

En l'apartat anterior, s'ha vist com arreu s'està evolucionant des del model tradicional, estrictament tècnic per a l'operació de les aeronaus, cap a un model de gestió i estratègia empresarial i professional en el que els aeroports estan gestionats majoritàriament per societats mercantils de règim privat, o amb accionariat públic o mixt, i amb presència o no dels governs regionals o locals.

2.3.1.- Situació actual.

L'article 149.1.20. de la Constitució Espanyola atribueix a l'Administració General de l'Estat la competència exclusiva sobre els aeroports d'interès general. El concepte d'interès general és, segons el Tribunal Constitucional, un concepte jurídic obert i indeterminat.

El RD 2858/1981 fixa els criteris segons els quals l'antiga *Subsecretaria de Aviación Civil* qualificarà un aeroport com d'interès general. Aquests criteris són:

- El que serveix el trànsit internacional.
- Aquells que per la seva situació, característiques, o la seva capacitat per generar trànsit, poden incidir en l'ordenació del transport o de l'espai aeri, o en el seu control.
- Els que siguin aptes per ésser designats com a aeroports alternatiu dels anteriors, i
- Els que tinguin interès per a la defensa nacional.

Aquesta fórmula s'ha de relacionar amb la disposició transitòria del Reial decret, en què s'estableix que els aeroports propietat de l'Estat, i que en l'actualitat són explotats per AENA, s'entendran qualificats com a aeroports d'interès general de gestió directa estatal.

Un altre element d'atribució competencial es deriva de la forma de gestió de les infraestructures aeroportuàries, tenint en compte si aquesta gestió s'ha reservat l'Estat o, en canvi, pot ser duta a terme per les comunitats autònomes.

En aquest sentit, l'aplicació de la reserva de gestió directa en la distribució de les competències en matèria d'aeroports és introduïda en diversos estatuts d'autonomia.

En canvi, la Constitució no fa esment a la forma de gestió aeroportuària, ja que en el seu article 149.1.20 es reconeix la competència exclusiva de l'Estat en matèria d'aeroports d'interès general, sense especificar res sobre el sistema de gestió elegit.

No obstant això, el Tribunal Constitucional⁸, en la Sentència 68/1984, d'11 de juny, accepta el nou criteri d'atribució de la competència establert a l'article 11.8 de l'Estatut de Catalunya, tot i que la condiona al respecte del marc establert en la Constitució Espanyola i de les bases per al traspàs dels serveis corresponents, tal com estableix l'article 147.2 d) de la norma fonamental.

En aquest sentit, el Tribunal Constitucional considera *la gestió directa* com un nou concepte introduït per l'Estatut d'Autonomia de Catalunya, que modula la competència exclusiva de l'Estat en aquesta matèria d'una manera no prevista en la Constitució. El Tribunal va entendre que calia precisar aquesta atribució ja que en un sentit literal convertiria en compartida una competència que a la Constitució és exclusiva de l'Estat i, per tant, s'ha d'interpretar en el marc de l'art. 147.2.d), entenent que la competència exclusiva de la Generalitat de Catalunya es refereix als serveis de la gestió directa dels quals no s'ha reservat l'Estat.

És per això que el Tribunal distingeix els diferents grups de serveis i activitats que tenen lloc en un aeroport i afirma que l'exercici de competències estatals no pot minvar les que corresponen a la Generalitat.

Per tal de determinar la incidència d'aquesta modulació en la competència estatal, cal fixar un concepte de gestió directa. Sobre aquesta qüestió, el criteri utilitzat per la normativa de contractació per distingir la gestió directa de la indirecta dels serveis públics és el risc econòmic de l'explotació del servei. Així, la gestió directa dels serveis es caracteritza perquè aquest risc econòmic és assumit per l'Administració corresponent.

D'acord amb aquest concepte de gestió directa, les formes en què es pot concretar aquesta gestió dels serveis públics són per la pròpia Administració central o autonòmica, o mitjançant la creació d'una societat de dret privat amb capital social majoritàriament públic.

De tot el que s'ha exposat, es desprèn que, en el cas que la gestió dels aeroports es dugui a terme amb la creació d'una societat mercantil en què l'Estat no participi com a soci majoritari, la situació comportaria que l'Administració estatal hauria de

⁸ Com a conseqüència del recurs interposat per la Comunitat Autònoma de Catalunya en relació amb el RD d'aeroports d'interès general.

renunciar a la seva gestió directa, en els termes que es recullen en el RD 2858/1981 i, per tant, l'exercici de la competència executiva de la gestió aeroportuària correspondria exercir-la a la comunitat autònoma.

A títol d'exemple, i tenint clar que resta exclosa la potestat normativa de desenvolupament legislatiu, en relació amb les competències d'execució de les comunitats autònomes en matèria d'aeroports, les funcions següents constitueixen l'abast d'aquestes competències:

- Organització dels serveis administratius propis.
- Atorgament de les autoritzacions previstes en la normativa d'aeroports.
- Establiment d'un registre dels aeroports gestionats.
- Regulació del règim tarifari.
- Atorgament i gestió de les subvencions als operadors privats.
- Inspeccionar les instal·lacions, i imposar les sancions corresponents prèvia instrucció dels expedients sancionadors.
- Emetre certificats sobre les dades i actuacions pròpies en l'exercici de les seves facultats.
- Elaborar plans estratègics en l'àmbit de les infraestructures aeroportuàries de la seva competència.

2.3.2.- Orientació i perspectiva. Possibles solucions.

En aquest encaix normatiu es planteja la possibilitat d'una nova orientació. En aquest context, en l'actual conjuntura internacional, convé argumentar si és necessari adaptar l'escenari espanyol a la transformació de la propietat i la gestió dels aeroports en societats mercantils.

Des del punt de vista de l'Administració central, i més concretament del Ministeri de Foment, es pot creure que la situació actual dels aeroports és el resultat de la política aeroportuària d'aquesta mateixa administració, cosa que ha comportat, a més del desenvolupament de les infraestructures aeroportuàries, la seva pròpia sostenibilitat amb un corrent financer que permet sobreviure als aeroports petits i sense recursos.

A més, és cert que AENA, com a empresa processadora de 100 milions de passatgers, és capaç mitjançant els recursos generats participar en projectes europeus tan emblemàtics com el sistema Galileu, i ha facilitat, en relació amb la indústria aeroportuària, una política d'estat amb la creació de grups espanyols tecnològicament competitius en el sector industrial aeroespacial a més de la presència internacional d'AENA amb la participació accionarial en diferents aeroports sud- americans.

No obstant això, els arguments crítics haurien de comportar una nova orientació del segment aeroportuari espanyol posant de relleu que:

- Les comunitats autònomes han de disposar d'instruments que assegurin que els aeroports s'encaixin definitivament en la seva política estratègica territorial. A més, els aeroports espanyols responen a una dinàmica gestora que no encaixa amb el corrent actual de la indústria aeroportuària d'arreu que es mou dins d'un entorn molt competitiu⁹.
- Els detractors d'AENA manifesten que l'ens públic té poca orientació envers el seu principal client: l'aerolínia, ni tampoc pel que fa a la seva presència en el territori. A més, en termes econòmics, la seva responsabilitat és notòria

⁹ El nombre de recursos econòmics destinats al marqueting aeroportuari són poc significatius.

a causa del cost d'oportunitat en no canviar des del punt de vista operatiu l'especialització dels aeroports de la seva xarxa.

- A més, la manca de transparència econòmica desagregada per cada aeroport és sens dubte, un dels trets més notoris de la seva imatge en el context internacional, i constituiria, en el cas de fer-se públic, un element que repercutiria en la imatge internacional d'un país amb una organització que *administra* més de 40 aeroports.

En definitiva, els impulsors del canvi diuen que AENA, atès els recursos disponibles, és una organització que obté un producte financerament dolent amb únicament 5 o 6 aeroports amb resultats positius, i que es deteriorarà durant els propers anys per motiu de l'endeutament originat per la gran inversió duta a terme a l'aeroport de Madrid Barajas, molt per sobre de l'executada al segon aeroport i a la resta de la xarxa.

La perspectiva associada al canvi hauria de respondre a tres àmbits diferents.

En primer lloc, l'adaptació a la demanda de la indústria del transport aeri. En el marc de les companyies *low fare* la seva base operativa ha estat fixada als aeroports regionals. Des d'aquest punt de vista, i de cara a l'oportunitat d'activar l'ús d'aquells aeroports per part d'aquestes companyies, el cost pagat per l'ús d'aquestes infraestructures desencadenarà una situació de conflicte per causa dels preus establerts fins ara per AENA per a la prestació del serveis d'infraestructures. Aquesta circumstància no s'adapta a les polítiques seguides per aquestes aerolínies per aconseguir establir les més baixes tarifes.

En segon lloc, la transformació del model en forma de xarxa d'AENA a un nou model de gestió adaptat a les necessitats intrínseques de cadascun dels aeroports. Aquest canvi implica l'adaptació tant a la nova situació provocada pels "nou entrants" *low fare*, com les aliances entre les companyies i la competència dels nous aeroports privats o promoguts per les comunitats autònomes. Aquesta transformació s'associa a la necessitat de potenciar els aspectes relacionats amb el màrqueting de cada aeroport i a la reorientació dels ingressos de no aviació. En efecte, en el marc d'una nova política de gestió, un hipotètic nou marc regulador fixarà les condicions de

mercat i no es podrà encaixar mitjançant el mecanisme dels preus o taxes aeroportuàries.

En tercer lloc, la política encaminada a la separació de les activitats de navegació aèria i aeroports i l'harmonització del sistema regulador i operador en la línia que han fet els aeroports privatitzats europeus. En aquest context, a Espanya no hi ha establerts criteris claus de regulació econòmica. En canvi, a Europa hi ha diferents mètodes de regulació entre els quals convé subratllar els següents:

A l'aeroport d'Amsterdam, l'autoritat reguladora era competència de l'Autoritat de la Competència Holandesa (*Nederlandse Mededingingsautoritet* – NMa), però l'any 2004 es va transferir a l'Oficina de Regulació del Transport (*Vervoerkamer*) que depèn de l'NMa. El procés de la regulació es porta a terme a través de mecanismes creuats entre els ingressos aeronàutics i els ingressos no aeronàutics que es fixen d'acord amb un percentatge dels actius regulats determinats per l'aeroport, cosa que comporta una taxa de retorn màxima en les activitats aeronàutiques.

A la República Federal Alemanya, l'ens regulador és competència dels estats que garanteixen, segons un codi "informal", una taxa de retorn comparable al cost del capital de mercat.

A Dinamarca, l'ens regulador del sistema aeroportuari constituït per Copenhaguen Airports A/S és el Ministeri de Transports. El mètode de regulació se centra en el permís que ha d'atorgar el Govern quan la indústria, per mitjà d'un acurat informe, sol·licita la pujada de tarifes.

A Grècia, pel que fa al nou aeroport de Atenes, l'ens regulador es basa en una taxa de retorn anual garantida del 15% i amb unes clàusules de protecció dels inversors privats. Així, per exemple, l'Estat grec no pot donar ajuts per subvencionar la construcció d'aeroports a menys de 100 km del nou aeroport d'Spata.

A França no hi ha ens regulador per l'empresa Aéroports de Paris. No obstant això, tant la Direcció General d'Aviació Civil del Ministeri de Transports com la Direcció de la Competència del Ministeri d'Economia hi participen. El mètode de regulació es basa en els aspectes següents: que l'aeroport pren la iniciativa per proposar nous preus que són propopsats a la *Commission Consultative Economique*, formada pels representants de l'aeroport, els usuaris i la Direcció General d'Aviació Civil. Tot

seguit, la proposta es presentada a l'Estat per a la seva aprovació final. No obstant això, l'Estat no aplica cap criteri explícit per aprovar o no la proposta, fora dels principis de l'OACI de transparència i no discriminació.

El cas de la regulació econòmica del Regne Unit és el més elaborat. L'ens regulador és la Civil Aviation Authority (CAA) i entre les seves tasques s'inclouen la regulació econòmica i l'espai i la seguretat aèries, la protecció del consumidor i la protecció mediambiental. El Govern britànic requereix que els costos de la CAA siguin coberts per les tarifes que la CAA aplica a les empreses regulades. Al seu torn, la CAA és sotmesa al control de la Competition Commission i del secretari d'Estat de Transports. La regulació s'aplica únicament als tres aeroports principals de la BAA (Heathrow, Gatwick i Stansted) i l'aeroport de Manchester. La CAA no té l'obligació de regular la qualitat dels serveis dels seus aeroports, i els estàndards de qualitat són el resultat d'acords entre les companyies aèries i els usuaris. No obstant això, la CAA pot reaccionar a la percepció de manca de qualitat dels serveis aeroportuaris amb l'ajustament a la baixa de les revisions reguladores dels *price caps*.

Finalment, a Àustria, l'ens regulador és el Ministeri Federal de Transports, el qual s'encarrega de la regulació de tots els aeroports del país. El seu tret més característic és que no hi ha cap procés de consulta als usuaris ni tampoc és publicat cap informe. La regulació no fa cap referència als estàndards de servei. El mètode de regulació es fa segons el creixement del trànsit i la inflació. En aquest context, les tarifes aeronàutiques poden pujar segons l'IPC si el trànsit baixa, o no hi ha creixement. Si el trànsit creix, les tarifes pugen segons una escala inversament proporcional a l'IPC.

El factor que, des del punt de vista de les comunitats autònomes, ha d'impulsar el canvi d'AENA és el fet que les institucions territorials tenen la clau del creixement de la capacitat aeroportuària ja que són sota el seu control competencial l'urbanisme, el medi ambient, la planificació de nous aeroports i la regulació de la intermodalitat del transport en el seu propi territori.

És en aquest context que, els experts en gestió aeroportuària, com els consultors Tomás Aranda o Joan Rojas, han manifestat la necessitat d'ordenar el procés d'intervenció de les comunitats autònomes en la gestió dels aeroports. Darrerament, en el cas de la Comunitat Autònoma de Catalunya, s'estan produint iniciatives que

preparen la dinàmica del canvi cap una nova organització de la gestió aeroportuària en la qual AENA també hi hauria de participar. Per exemple, han sorgit societats de promoció com l'anomenat Comitè de Desenvolupament de Rutes Aèries en el que hi prenen part les organitzacions territorials i AENA i el desplegament d'instruments de planificació com el Pla d'aeroports d'aquesta Comunitat.

Des del punt de vista del sector privat, que ha expressat la seva voluntat de participar en el negoci aeroportuari, s'argumenta que Espanya aixopluga els grups privats especialitzats més grans en la gestió d'infraestructures de transport. Les instal·lacions aeroportuàries constitueixen una inversió molt interessant perquè porten associada una expansió en negocis de no aviació i alguna presenta un elevat *cash flow*.

Des del punt de vista d'AENA, l'interès és obtenir a curt termini nous recursos. En efecte, el seu endeutament és molt important, està creixent i, a més, les previsions dels seus propers resultats anuals no són gaire positius. En aquest context, ja que en els processos de privatització aeroportuaris desenvolupats arreu els estats han obtingut importants recursos econòmics, resulta que al sector aeroportuari espanyol li convé seguir, de la millor manera possible, els models internacionals, atès que l'entrada de capital privat permetrà portar a terme noves inversions i aconseguir financerament una gestió més eficaç.

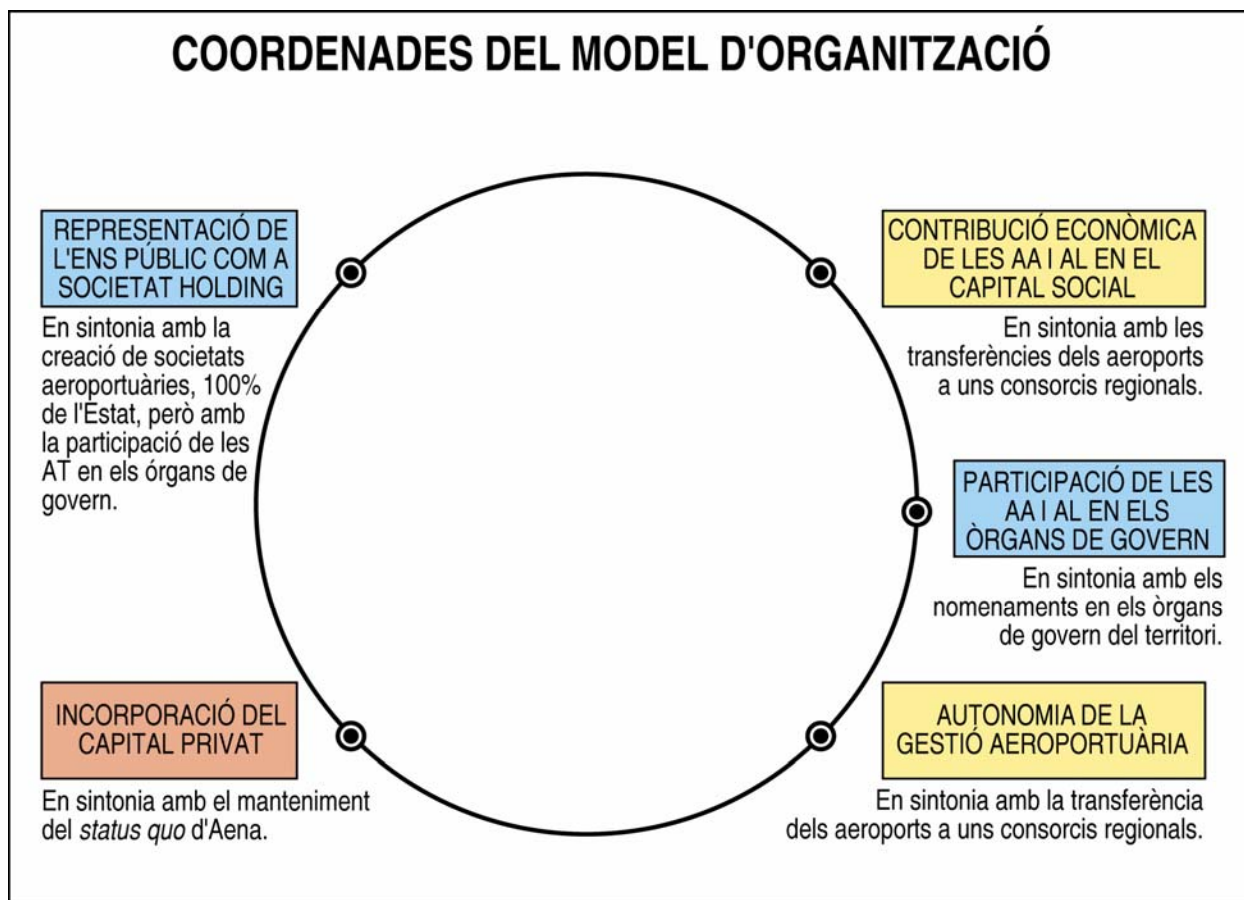
La transformació de la xarxa d'AENA hauria d'anar encaminada, seguint l'exemple dels aeroports europeus en el què es du a terme la gestió individual mitjançant societats anònimes, a configurar l'aeroport com la unitat bàsica de gestió associada als interessos locals de les comunitats autònomes, al capital privat *inbound* i *outbound*, i a la possible creació d'empreses públiques, privades o mixtes.

Per a dur a terme aquest procés és necessari establir un marc regulador a través d'òrgans consultius independents per a la fixació de tarifes i supervisió del servei de navegació aèria i altres òrgans tècnics i econòmics per a regular la indústria del transport aeri. També és necessari separar les activitats de navegació aèria de la dels aeroports, perquè la gestió del seus respectius recursos obeeix al tractament de conceptes molt diferenciats: els aeroports des d'una vessant purament comercial, i la navegació aèria, amb una orientació de gestió tècnica i centralitzada.

Si se segueix el concepte europeu que centra l'aeroport com la unitat bàsica de gestió, es calen dos elements clau: l'alineament de l'aeroport amb els interessos locals i territorials i l'atracció del capital privat com a soci que potenciï noves inversions. És en aquest situació que es plantegen possibles solucions del model organitzatiu en els termes següents.

A l'esquema 2.1, *Coordenades del model d'organització*, s'exposen les cinc coordenades d'un model d'organització que, d'acord amb els apartats precedents, pretén ser un model que sigui una aproximació al que podria ser consensuat per cadascuna de les parts que puguin considerar-se com a afectades.

ESQUEMA 2.1.



Aquestes coordenades són:

a) Representació de l'ens públic com una societat holding.

En sintonia amb la creació de societats aeroportuàries 100% de l'Estat, però amb la participació de les administracions territorials en els òrgans de govern.

El manteniment d'AENA com a societat holding significaria continuar essent un grup empresarial, referent per a les relacions internacionals, que racionalitzaria les inversions i traspassaria la gestió dels aeroports als respectius territoris.

b) Incorporació del capital privat.

En sintonia amb el manteniment de l'estatus quo d'AENA. La funció del capital privat, a més de tenir en compte la possibilitat de privatitzar l'ens a mig termini, seria aconseguir a curt termini recursos per a l'Estat i dur a terme gestió aeroportuària més racional.

c) Contribució econòmica de les administracions autonòmiques i locals al capital social.

En sintonia amb les transferències dels aeroports a uns consorcis regionals. Les entitats participants en el consorci serien els governs regionals, els ajuntaments i les diputacions que, mitjançant un percentatge, fixarien, en funció de la seva aportació econòmica, la participació en el consorci.

d) Participació de les administracions territorials i locals en els òrgans de govern.

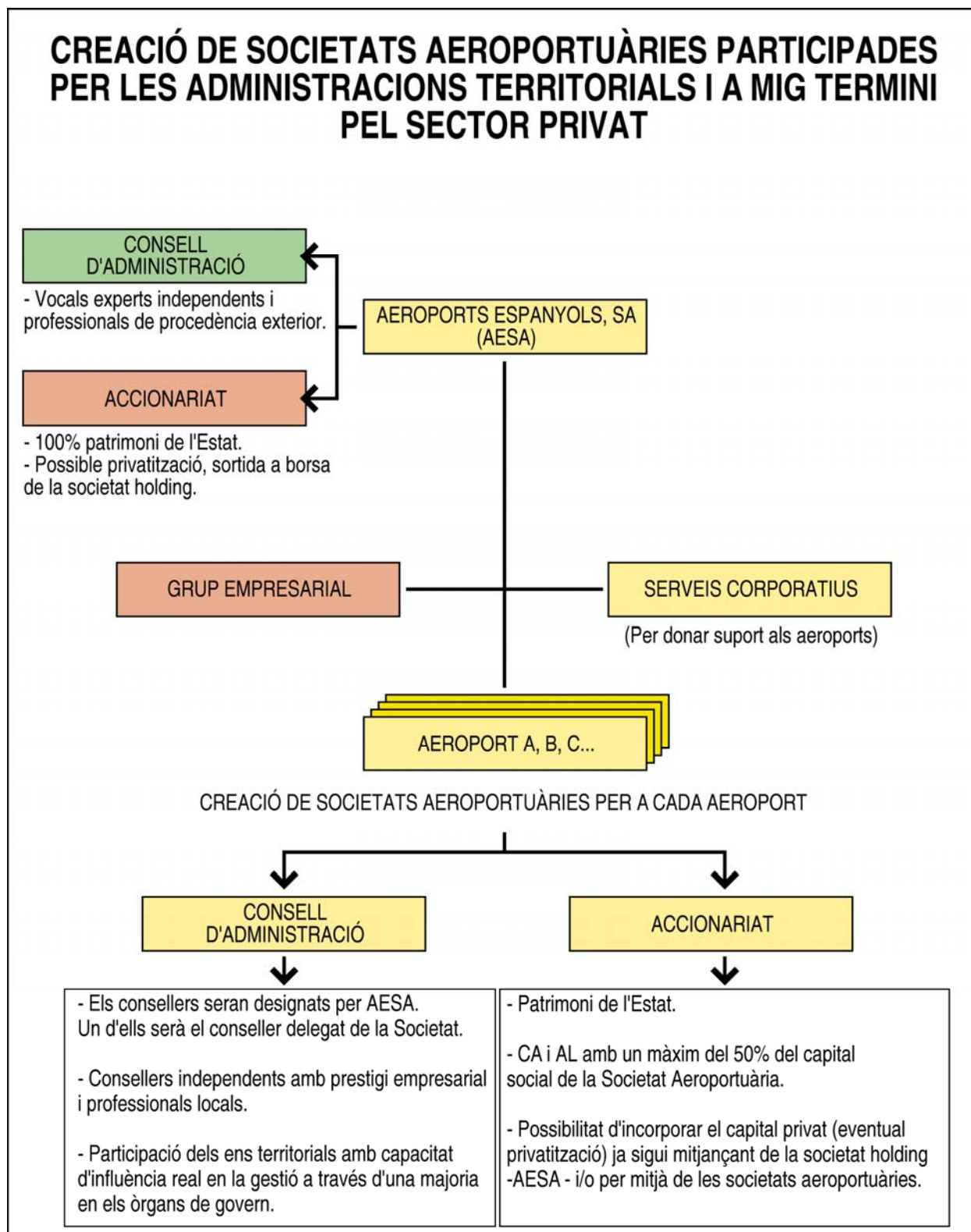
La coordinada anterior estaria en sintonia amb el nomenament dels òrgans de govern del territori. El contingut estatutari d'aquests consorcis hauria de reflectir la llista de competències i responsabilitats als aeroports com: la gestió del personal i de la propietat, els concursos per als contractes d'obres, l'establiment de tarifes, els plans directors, la planificació de les inversions i les polítiques comercials.

e) Autonomia de la gestió aeroportuària.

En sintonia amb la transferència dels aeroports a uns consorcis regionals. La participació en els òrgans de govern per part dels ens territorials significaria prendre part en els òrgans de direcció amb el nomenament dels membres del Consell d'Administració.

A l'esquema 2.2 s'expressa la creació de societats aeroportuàries participades per les administracions territorials i, a mig termini, també pel sector privat.

ESQUEMA 2.2



Aeroports Espanyols, SA estaria formada per un consell d'administració en el qual el president executiu seria designat per l'Estat i per un conjunt de vocals, a més d'experts independents i professionals de procedència exterior.

En relació amb l'accionariat, es partiria d'un percentatge 100% estatal, però amb la possibilitat de la progressiva incorporació privada i sortida a Borsa de la Societat holding. La participació del capital privat és podria fer a través de dues vies: per mitjà de la societat holding i/o per les societats aeroportuàries.

La Societat holding estaria també dotada d'un grup empresarial en el qual s'executaria la projecció exterior de la divisió d'AENA internacional, i la participació accionarial en altres empreses participades per l'actual ens públic com CLASA o INECO. A més, la Societat holding actuaria mitjançant els serveis corporatius com a braç assessor de les societats aeroportuàries.

La participació de les comunitats autònomes i els ens locals es podria fer segons la participació en els òrgans de govern de la societat aeroportuària, ja sigui exercint una influència efectiva de la gestió per mitjà d'una majoria en els òrgans de govern, ja sigui participant en el mateix capital social de la societat aeroportuària.

Un dels aspectes que cal resoldre és la funció reguladora del nou sistema aeroportuari. A l'esquema 2.3 s'exposa l'estructura de la funció reguladora tècnica i administrativa de l'Estat i s'esmenten els objectius i el marc de la regulació, així com les seves responsabilitats.

Un dels aspectes fonamentals del marc regulatori és el canvi tarifari. En qualsevol cas, les possibles fórmules que determinin la regulació haurien de sotmetre's a la seva aprovació.

Hi ha diferents vies de la regulació. En una primera via l'aeroport presentaria a l'autoritat aeronàutica la proposta de taxes. Es tracta bàsicament d'una valoració cost –benefici.

Una segona via, seguint la regulació existent en alguns països europeus, són les designades *single till* vs *dual till*. En la *single till*, els beneficis de les activitats comercials subsidien les activitats d'aviació i els canvis en les taxes s'associen a una estratègia *price-cap*. En tant que en la *dual till*, els beneficis de les activitats

comercials estan segregats i els canvis de taxes estan lligades als costos i les inversions de les activitats aeronàutiques.

Una potencial tercera via, més evolucionada que les altres, consistiria a determinar un factor de proporcionalitat que relacioni les taxes d'aterratge i estacionament amb el volum de trànsit.

A mode de resum, és convenient situar els elements clau que haurien de catapultar la nova orientació per a la gestió dels aeroports espanyols, i els objectius que es podrien aconseguir.

En primer lloc, la posada a punt de la gestió aeroportuària espanyola com a conseqüència de situar els aeroports com elements bàsics de gestió. La posada a punt, consistiria en la creació d'un pla de gestió orientat, d'una banda, als seus principals clients, les companyies aèries, i de l'altra, a la consecució de la millora del comportament econòmic i l'estabilitat de l'equip directiu d'AENA.

En segon lloc, incorporar el capital privat que sigui alhora un instrument de millora de la gestió aeroportuària, incorporar criteris de gestió privada en molts àmbits de les actuacions, i un element clau per obtenir nous recursos financers.

En tercer lloc, incorporar el territori en la gestió aeroportuària. En els apartats anteriors s'ha vist com les indústries aeroportuàries d'arreu incorporen generalment l'element local en la gestió. Aquest encaix ha estat possible perquè els països s'han adonat que els territoris són els principals receptors d'una determinada política de gestió aeroportuària. Per aquest motiu, cal incorporar les administracions territorials i locals en els òrgans de decisió i de gestió del capital de les societats aeroportuàries futures.

L'objectiu final és, per tant, satisfer les necessitats de la indústria del transport aeri mitjançant la integració de l'entorn local i econòmic en la gestió, i potenciar el paper de l'Estat com a regulador de la indústria aeroportuària espanyola.

CAPÍTOL III.
ANÀLISI METODOLÒGICA APLICABLE A LA MESURA DE L'EFICIÈNCIA EN LES
INDÚSTRIES AEROPORTUÀRIES

ÍNDEX.

3.0.- Introducció.....	53
3.1.- La Mesura de l'Eficiència tècnica	55
3.2.- Les aproximacions no paramètriques a les funcions frontera de producció	59
3.3.- El desenvolupament matemàtic dels mètodes no paramètriques. L'especificació de la tecnologia.....	60
3.3.1.- El model de l'anàlisi embolupant de dades.....	63
3.3.2.- El model CCR	65
3.3.3.- Els programes DEA envolupants	70
3.3.4.- L'Eficiència CCR i l'Eficiència tècnica	73
3.3.5.- Una breu referència a les economies d'escala i al model de rendiments variables a escala en el context de la DEA	75
3.3.6.- Variables categòriques no discrecionals	78
3.3.7.- Les comparacions de l'eficiència entre diferents sistemes....	81
3.3.7.1- Les comparacions bilaterals	84
3.4.- Una aproximació a l'anàlisi multietàpic	85
3.4.1.- Abast de l'anàlisi de la regressió de les eficiències DEA per a les variables qualitatives	88
3.5.- Altres aproximacions a les funcions frontera de producció	89
3.6.- La revisió de la literatura. Cronologia	91
3.6.1.- La mesura de l'eficiència en l'entorn de les unitats de presa de decisions	92
3.6.2.- L'aplicació dels mètodes no paramètrics de la mesura de l'eficiència a les indústries aeroportuàries	108

3.0.- Introducció.-

S'ha vist al capítol anterior com les empreses aeroportuàries existents en un mateix entorn territorial pretenen assegurar les seves respectives competitivitats comercials. Aquesta estratègia guarda relació amb el fet d'augmentar la qualitat dels serveis aeroportuaris què és l'element clau per aconseguir l'esmentada competitivitat.

També s'han descrit l'amplia gama dels diferents models de liberalització en la gestió dels aeroports que, a l'actualitat, han comportat l'existència d'aeroports gestionats pel sector privat. Des d'aquest punt de vista, el poder formar part de la gestió del negoci aeroportuari, és sumament atractiu pel capital privat ja que poden aplicar els criteris d'eficiència en la gestió, amb la llibertat que els hi atorga la representació del capital i, amb els instruments adients. No obstant això, també és cert en general, que els consells d'administració de les corporacions públiques projecten, pel motiu d'interès públic en matèria de política aeroportuària, plans estratègics destinats amb posterioritat a l'aplicació de criteris de gestió empresarials que són susceptibles de sotmetre's conjunturalment a revisions i canvis de la política estratègica governamental.

Per aquest motiu, resulta molt important per l'anàlisi econòmica la idea de comparar les indústries aeroportuàries segons el seu comportament. Si bé, s'exposen diferents metodologies que desenvolupen el concepte i, el tractament de l'eficiència, en l'apartat dedicat a la revisió de la literatura, s'introdueix ara, a mode de pròleg, els conceptes d'eficiència productiva.

De tots els anàlisis econòmics es sabut que es consideren eficients les indústries que maximitzen el seu benefici. No obstant això, no totes ho assoleixen plantejant-se, en aquest cas, escenaris d'ineficiència.

A. Álvarez Pinilla (2001) esmenta que una empresa que cerqui la maximització del benefici ha de prendre les següents decisions:

- De tots els nivells possibles de producció ha d'elegir l'output que comporti el benefici màxim.

- Del conjunt de totes les combinacions d'inputs que produeixin l'output anterior, l'empresa ha d'elegir la combinació d'inputs que minimitzi el cost de producció.
- L'empresa ha de produir l'output elegit amb la quantitat mínima d'inputs possible, és a dir, no ha de malbaratar els seus recursos.

Les tres decisions anteriors s'associen respectivament a les eficiències d'escala, assignativa i tècnica.

- L'eficiència d'escala és la que s'obté quan una indústria està produint a una escala de tamany òptima que li permet maximitzar el benefici.
- L'eficiència assignativa és la que s'obté quan una empresa combina els inputs en la proporció que minimitza el seu cost de producció.
- L'eficiència tècnica és la que s'obté quan l'empresa produeix el màxim output possible amb la combinació d'inputs que ha fet servir.

Aquesta darrera definició d'eficiència és la peça clau en la que es desenvolupa aquesta tesi que utilitzant determinades metodologies, se centra en la definició i, l'anàlisi dels resultats obtinguts a través de la comparació d'un conjunt d'unitats de presa de decisions (DMU).

El nivell d'eficiència tècnica de cada indústria aeroportuària ve definit pel resultat del seu procés productiu i, la seva comparació amb la que aconsegueixen la resta de les indústries del mateix grup.

En aquest context, es prendrà la combinació d'inputs i outputs que determini el model elegit i, com a resultat, s'identificaran les indústries menys eficients quan és possible reduir el consum d'algun input i, no obstant això, es produeix la mateixa quantitat d'output.

3.1.- La mesura de l'Eficiència Tècnica.

La comparació entre els nivells d'eficiència obtinguts per cadascuna de les indústries suposa tenir en compte que la mesura de l'eficiència és una mesura relativa.

És a dir, la mesura de l'eficiència se centra en la idea de comparar l'actuació real de la indústria en relació amb un òptim. R.W. Shephard (1953) va ser un dels autors que van determinar la referència estàndard, la frontera, amb el que es pot comparar les empreses per determinar si són o no eficients. En conseqüència, mesurar l'eficiència d'una empresa al comparar la seva actuació amb les que defineixen la frontera eficient. No obstant això, M.J. Farell(1957) va ser el primer que a petita escala va establir la forma de mesurar l'eficiència d'un conjunt d'unitats de presa de decisions.

L'aportació d'aquest investigador fou rellevant pel fet que va mesurar l'eficiència sense necessitat de parametritzar una funció de producció. Farell va presentar el procés de producció en el esquema següent:

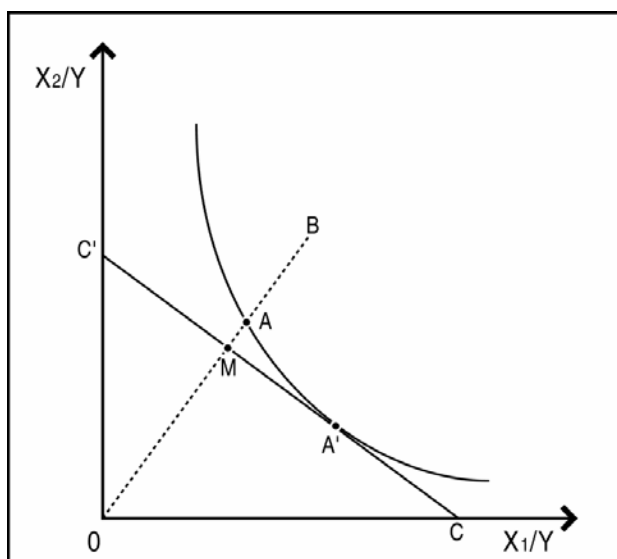


Figura 3.1. Isoquanta i isocost: procés de producció que utilitza dos inputs per obtenir un únic output.

La indústria A combina els inputs en la mateixa proporció que l'empresa B, tot i que obté $\frac{OB}{OA}$ vegades més output que B per cada combinació d'inputs, raó per la qual, $\frac{OA}{OB}$ pot determinar-se com una mesura d'eficiència tècnica de B. En

conseqüència, $1 - \frac{OA}{OB}$, la ineficiència tècnica de l'empresa B, mesura la màxima reducció equiproporcional en tots els inputs que permet produir el mateix output. És a dir, únicament aquelles indústries en la isoquanta i, per tant, les que operin sobre la funció de producció són eficients des del punt de vista tècnic.

Solament existeix una combinació d'inputs que minimitza el cost d'una determinada producció si es consideren els preus dels factors. Si els preus dels factors defineixen isocostos amb la pendent CC' , únicament les empreses situades en el punt A' seran eficients tant tècnica com assignativament.

Com la isocost CC' defineix el cost mínim d'assolir la producció unitària, qualsevol combinació que no sigui sobre la isocost representarà un cost superior, raó per la qual, es mesura l'eficiència assignativa de l'empresa B per el ràtio: $\frac{OM}{OA}$. La ineficiència assignativa $1 - \frac{OM}{OA}$, és la reducció en el cost que s'assoliria al utilitzar la proporció correcta dels inputs. Tot i que, A i B, tenen el mateix grau d'eficiència assignativa, B no és tècnicament eficient i, A si.

Una empresa serà eficient quan ho sigui des de la doble perspectiva tècnica i assignativa, per tant, es pot definir l'eficiència econòmica d'una empresa com el quocient $\frac{OM}{OB}$. En conseqüència, l'eficiència total és el producte de l'eficiència tècnica per l'eficiència assignativa.

La mesura de l'eficiència tècnica està associada a una direcció, és a dir, a la trajectòria que porti la indústria a la frontera que és la regió en la què, des del punt de vista tècnic, les empreses són eficients. La mesura de la seva eficiència tècnica dependrà de quina és l'empresa eficient elegida com a referència.

Si s'elegeix com a referència aquella empresa eficient que produeix el mateix output que la indústria avaluada, llavors es defineix com la mesura d'eficiència tècnica orientada a l'input.

Si s'elegeix com a referència aquella empresa eficient que utilitza les mateixes quantitats d'inputs que la indústria avaluada llavors es defineix com la mesura d'eficiència tècnica orientada a l'output.

A la figura 3.2., representa les mesures d'eficiència tècnica orientada a l'input i a l'output.

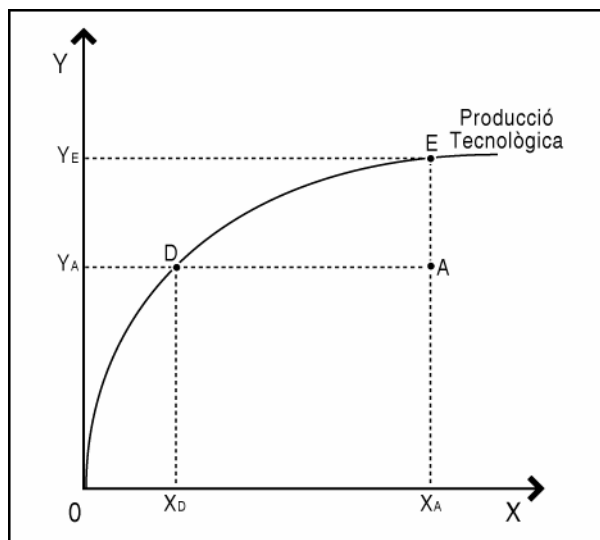


Figura 3.2. Mesures d'eficiència tècnica orientada a l'input i a l'output. Un input i un output.

L'empresa eficient és la D, amb la qual cosa, l'índex d'eficiència tècnica orientat a l'input és: $ET_I = \frac{X_D}{X_A}$. A la mateixa figura, l'empresa eficient és la E, amb la qual cosa

l'índex d'eficiència tècnica orientat a l'output és $ET_O = \frac{Y_A}{Y_E}$.

En l'aplicació empírica que es desenvolupa al capítol IV, s'utilitzarà la mesura d'eficiència tècnica basada en l'ús dels inputs si es calcula el ràtio dels inputs necessaris per produir un determinat nivell d'output sobre els inputs utilitzats.

Per els autors R. Färe i C.A.K. Lovell (1978), l'equivalència de les mesures d'eficiència tècnica orientades a l'input i, a l'output es produeix quan la funció de producció utilitza rendiments constants a escala.

En conseqüència, els valors que pren l'índex d'eficiència expressen la distància a la que la indústria es troba de la frontera i, proporciona una mesura radial¹⁰ que podria ser susceptible de modificació.

¹⁰ Més endavant, com a conseqüència de l'existència de *folgues* en els inputs, s'introudeix la mesura no radial.

El resultat és una mesura de l'eficiència relativa que associa la situació de cada DMU amb el comportament de les DMU més eficients. Si en el seu procés productiu de cada DMU l'índex percentual és inferior a cent, és ineficient i, necessita d'un ajustament en l'ús dels seus inputs. Mentre que, si arriba a cent, significa que les DMU utilitzen la millor combinació d'inputs i, poden actuar de manera òptima.

3.2.- Les aproximacions no paramètriques a les funcions frontera de producció.

Sota certs supòsits sobre la tecnologia que permeten definir el conjunt de processos factibles, l'aproximació no paramètrica a la frontera de producció es realitza utilitzant un programa d'optimització matemàtica.

Els mètodes no paramètrics presenten sobre els paramètrics l'avantatge de no pressuposar que la tecnologia de la producció s'expressi per una funció determinada. A més de manera directa permeten quantificar, per a cadascuna de les observacions de la mostra, una mesura individual de l'eficiència a partir de la seva distància respecte a la frontera. En aquesta metodologia la frontera eficient expressa la tecnologia de referència a partir dels factors de producció i, els productes de les observacions del conjunt de les DMU.

No obstant això, les aproximacions no paramètriques presenten, associades a la frontera de producció, limitacions, entre els quals, cal subratllar la seva sensibilitat a la presència d'*outliers* que poden distorsionar la mesura de l'eficiència obtinguda. A causa de que no existeix un terme d'error que controli l'efecte que tenen els inputs no controlables. Un altre inconvenient és que no permet realitzar inferència estadística sobre els índex calculats.

Les tècniques no paramètriques més representatives pel càlcul de l'índex d'eficiència són diverses. Tant, l'històric mètode algebraic de Farrell (1957), que sota el supòsit de rendiments constants a escala, estima la isoquanta unitària a partir d'una mostra reduïda d'observacions i, permet calcular els índex d'eficiència tècnica i assignativa per cadascuna de les indústries, com la programació matemàtica coneguda per l'anàlisi envolupant de dades (DEA)¹¹ que és l'instrument que mitjançant l'ús d'algoritmes de programació lineal per calcular la frontera, planteja i permet una forma general de resoldre el càlcul de l'eficiència per a moltes DMU.

¹¹ El nom de la tècnica Data Envelopment Analysis fou donat per A. Charnes, W.W. Cooper i E. Rhodes (1978).

3.3.- El desenvolupament matemàtic dels mètodes no paramètrics. L'especificació de la tecnologia.

L'especificació de les característiques tecnològiques i els seus procediments de càlcul són els elements clau per l'estimació dels índex d'eficiència de les indústries.

En efecte, la definició del conjunt dels processos de producció factibles i, la incorporació dels tipus de rendiments a escala de la tecnologia són fonamentals per l'avaluació dels comportaments eficients.

Des d'aquest punt de vista, tant l'índex d'eficiència, com les ineficiències d'escala s'estimen utilitzant l'especificació dissenyada. El nivell d'eficiència d'una indústria es mesura per la distància que la separa en relació amb les indústries que ja són a la frontera que defineix la tecnologia.

En aquest context, si dins d'un conjunt M processos productius (x, y) hi forma part el conjunt de possibilitats de producció (CPP) que són tecnològicament factibles i, es caracteritza per l'ús d'un vector de I inputs, per produir O outputs.

En el CCP, es defineixen els següents supòsits sobre els seves característiques:

- Possibilitat de no produir.
- Convexitat. Si dos processos productius pertanyen a M , totes les seves combinacions lineals també hi pertanyen.
- Eliminació gratuïta d'inputs. Una unitat productiva podria ser capaç de produir la mateixa quantitat d'output utilitzant una quantitat més gran de qualsevol input.
- Eliminació gratuïta d'outputs. És possible produir una quantitat menor de qualsevol output utilitzant les mateixes quantitats d'inputs.
- Rendiments a escala constants (CCR).

A partir de l'operativitat de l'especificació tecnològica s'estableix la relació existent entre el conjunt M de processos productius que són tecnològicament factibles i, el conjunt dels processos productius observats.

Si X és la matriu de dimensió $(N * I)$ que representa el conjunt de vectors d'inputs de les N unitats productives observades i, Y és la matriu de dimensió $(N * O)$ que representa el conjunt de vectors d'outputs observats, la metodologia utilitza l'estimador del conjunt de possibilitats de producció que satisfà la propietat de convexitat que fou utilitzat per A. Charnes, W.W. Cooper i E. Rhodes (1978) en el decurs del desenvolupament del DEA. Per aquest motiu, se'l coneix com estimador CCR segons l'expressió següent:

$$\hat{M}_{CCR} = \{(x, y) \mid y \leq Y\lambda, X\lambda \leq x; \lambda \in R_+^N\}$$

Essent λ un vector que pondera l'activitat dels diferents processos productius observats i el CPP es genera donant valors iguals o majors que zero a les components del vector λ .

Com la hipòtesi de rendiments constants a escala és restrictiva, es manté únicament les propietats de convexitat i l'eliminació gratuïta d'inputs i outputs.

Per mitja de l'acotació dels valors de λ de manera que la suma sigui a la unitat. El nou estimador resultant del CPP és el que va ser utilitzat per R.D. Banker, A. Charnes i W.W. Cooper (1984) i s'expressa com:

$$\hat{M}_{BCC} = \{(x, y) \mid y \leq Y\lambda, X\lambda \leq x; \lambda \in R_+^N; \sum \lambda_j = 1\}$$

Del conjunt de processos factibles, són eficients els que obtenen el màxim vector d'outputs a partir del vector d'inputs utilitzat o, produeixen el vector d'outputs donat que utilitzi el vector d'inputs més petit possible.

D'aquesta manera, una unitat ineficient pot abastar la frontera fent servir el vector d'inputs més petit o, augmentar el vector d'outputs el màxim possible. Aquestes dues orientacions son designades respectivament com orientacions input i output. La frontera en l'orientació input és la isoquanta (i en l'orientació output és la isoinput).

Els processos productius ubicats sobre la isoquanta no sempre són eficients ja que únicament s'exigeix la condició de que no sigui possible produir la mateixa quantitat d'output utilitzant quantitats inferiors de *tots* els inputs, en canvi, el subconjunt eficient és impossible produir la mateixa quantitat d'output utilitzant una quantitat menor d'un únic input.

3.3.1.- El model de l'anàlisi envolupant de dades

La programació matemàtica s'utilitza per a la mesura de l'eficiència productiva obtinguda a partir de la distància d'una unitat de presa de decisions (qualsevol indústria aeroportuària) respecte a la frontera definida tant per al model amb l'orientació input com per al model amb l'orientació output.

Els models de programació lineal permeten dissenyar una funció tecnològica a partir de les dades obtingudes i facilitar el càlcul de la distància des de la frontera per a qualsevol observació individual. En aquest context, la *Data Envelopment Analysis* (DEA) és la tècnica de programació lineal que permet prendre com a referència les unitats eficients que s'ajustin mitjançant una envolupant de dades.

L'anàlisi envolupant de dades és una tècnica de programació matemàtica introduïda per A. Charnes, W.W. Cooper i E. Rhodes (1978) que s'aplica per a diferents hipòtesis sobre la tecnologia i permet, considerant múltiples inputs i outputs, calcular l'índex d'eficiència tècnica resolent un programa matemàtic d'optimització per a cada unitat de presa de decisions.

Les eficiències estimades són relatives, és a dir, en relació amb la DMU (o les DMU) amb el millor comportament. Les DMU eficients prenen el valor unitari i (percentualment) se'ls hi assigna un resultat del 100%, mentre que la resta de DMU, amb un pitjor comportament, varien entre el 0% i el 100% en relació amb la DMU amb el millor comportament.

En la DEA, els múltiples inputs i outputs son agregats linealment utilitzant ponderacions. Així l'input virtual d'una indústria s'obté com la suma lineal ponderada

de tots els seus inputs $\sum_{i=1}^I v_i x_i$, en el què, v_i és el pes assignat a l'input x_i en

l'agregació. De manera anàloga succeeix amb l'output $\sum_{j=1}^J u_j y_j$. De manera que la

productivitat de la unitat de presa de decisions és:

$$\frac{\sum_{j=1}^J u_j y_j}{\sum_{i=1}^I v_i x_i}$$

L'aspecte més important d'aquesta etapa és l'avaluació dels pesos (o ponderacions). Els pesos que una empresa ha d'aplicar en relació amb els inputs han de ser flexibles, de manera que com a resultat de la ponderació, es reflecteixi el comportament de les unitats de decisió individuals en relació a les quantitats assignades a cadascun d'ells.

En la DEA, la qüestió d'assignar pesos s'estableix al atorgar un conjunt de pesos per cada DMU. Els pesos per una DMU es determinen utilitzant la programació matemàtica, conseqüentment, aquells pesos que maximitzen la seva eficiència estaran sotmesos a la condició que les eficiències de la resta de DMU (calculades fent servir el mateix conjunt de pesos) es restringeixen.

La DMU per a la qual l'eficiència sigui màxima és normalment designada com la DMU referent o base.

3.3.2.- El model CCR.

A partir del conjunt de dades de cadascuna de les indústries, es mesura la seva eficiència. És necessiten n optimitzacions una per a cadascuna de les DMU_j que s'avalui. En conseqüència, per a cada unitat de presa de decisions es resol, per obtenir els valors pels pesos dels inputs $v_i (i = 1, \dots, m)$ i els pesos de l'output $u_j (j = 1, \dots, s)$, el programa fraccional següent:

$$\max \theta = \frac{u_1 y_{10} + u_2 y_{20} + \dots + u_s y_{s0}}{v_1 x_{10} + v_2 x_{20} + \dots + v_m x_{m0}},$$

$$\text{Subjecte a : } \frac{u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0$$

En què, és necessari:

$$\max. \theta = \mu_1 y_{10} + \dots + \mu_s y_{s0}$$

$$\text{S. a. : } v_1 x_{10} + \dots + v_m x_{m0} = 1$$

$$\mu_1 y_{1j} + \dots + \mu_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj} \quad j = 1, \dots, n$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0$$

$$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_s \geq 0$$

És a dir, les restriccions signifiquen que la relació entre l'output virtual i l'input virtual no ha d'excedir de la unitat per a cada DMU, amb l'objectiu que els pesos de v_i i u_j facin màxima la relació de la DMU que s'està avaluant. Les restriccions imposen que el valor objectiu òptim θ^* és, com a màxim, la unitat.

Els autors com Y. Roll i B. Golany (1993a) van introduir en la DEA un concepte estructural pel tractament dels pesos dels factors que van ser d'un significatiu abast dins de la metodologia de la DEA.

En primer lloc, els autors proposen una guia general per ubicar els límits dels pesos dels factors. Per mitjà de la presentació i desenvolupament de mètodes alternatius que limiten l'abast dins dels quals els pesos dels factors se'ls permet variar.

Aquestes metodologies requereixen informació addicional que es introduïda en l'anàlisi en forma de restriccions, límits o funcions objectius.

Per contra, aquesta aproximació pot ser discutida pel fet que en aquest context es perdi l'objectivitat de la DEA. Com apunten els autors, les organitzacions que son capaces de descriure tots els seus inputs i outputs en termes purament econòmics i, tant les aproximacions econòmiques, com d'enginyeria són apropiades, i en conseqüència, la DEA no és necessària.

No obstant, això, la DEA s'aplica a situacions molt més complexes en que molts factors, alguns de naturalesa quantitativa, participen en l'avaluació del comportament de les DMUs.

Al escollir els factors que entren a l'anàlisi s'expressa la importància d'aquells factors *versus* altres que s'han deixat fora i si s'imposen límits als pesos dels factors que faciliten un procés més flexible.

D'aquesta manera, els autors arriben a la conclusió que quan més ajustat és el control dels pesos dels factors, per exemple quan més rigorós són els requisits, menys eficients semblaran les DMU.

Per descomptat, es decisió de l'analista decidir sobre la severitat de les restriccions que s'imposin en cada cas. Quan l'aproximació fins a la frontera s'activa fins el seu extrem es troben un conjunt de pesos comuns. En alguns casos es pot activar el valor entre les diferències de les puntuacions eficients i l'avaluació de la frontera.

Les diferents tècniques frontereres faciliten de manera significativa resultats diferents. El problema aparent per controlar els pesos dels factors s'afegeix, a més, a la qüestió de com elegir un apropiat conjunt de límits.

En definitiva, pot ser d'interès observar com les eficiències de les DMUs varien en funció de les diferents activitats i afecten relativament a la importància atorgada als factors,conseqüentment, el control dels pesos dels factors abasta l'aplicabilitat de la DEA i, afegeix una nova dimensió per l'anàlisi de possibles resultats eficients.

Els programes fraccional són difícils de resoldre, raó per la qual, es converteixen en programes lineals mitjançant la normalització del numerador i el denominador de la funció objectiu de la programació fraccional anterior.

Una formulació anàloga és possible minimitzant la suma ponderada d'inputs tot establint la suma ponderada d'outputs igual a la unitat.

En els programes fraccional i lineal els valors òptims θ^* són independents de les unitats en que es mesuren els inputs i els outputs.

La unitat de presa de decisions DMU_0 és eficient si, $\theta^* = 1$ i, existeix, si més no, un òptim v^*, μ^* , amb v^* i, μ^* més grans que zero.

En cas contrari, la DMU_0 és ineficient en el context CCR.

La teoria bàsica de la Programació lineal estableix que cada problema té un programa lineal associat que es designa com el seu dual. El model CCR és un problema de Programació lineal matricialment expressat amb un vector fila v pels multiplicadors input i, un vector u pels multiplicadors output. Aquests multiplicadors s'expressen com les variables en el problema de programació lineal:

$$\begin{aligned} & \max. \quad uy_0 \\ \text{S. a. :} & \quad vx_0 = 1 \\ & \quad -vX + uY \leq 0 \\ & \quad v \geq 0, \quad u \geq 0 \end{aligned}$$

Si θ , és la variable dual que normalitza la suma ponderada d'inputs i, λ és la variable dual corresponent a les altres restriccions de desigualtat de la Programació lineal inicial (o primal). Llavors les expressions són:

$$\begin{aligned} & \min. \theta \\ \text{S. a: } & \theta x_0 - X\lambda \geq 0 \\ & Y\lambda \geq y_0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

La primera restricció de la dual correspon als inputs i estableix que la combinació ponderada de tots els inputs no pot superar als inputs de la indústria avaluada.

La segona restricció significa que les variables duals λ haurien de ser elegides de tal manera que la combinació ponderada dels outputs de totes les indústries haurien de ser, si més no, igual a l'output de la DMU_0 avaluada.

Les restriccions del Programa dual requereixen que l'activitat $\theta x_0, y_0$ pertanyin al CPP, en tant que, l'objectiu es cercar el θ mínim que redueixi el vector input x_0 radialment a θx_0 mentre romangui al CPP.

En el dual s'està cercant una activitat en el CPP que garanteixi almenys un nivell d'output y_0 en la DMU_0 mentre s'estigui reduint el vector x_0 proporcionalment (radialment) a un valor tan petit com sigui possible. Es pot dir que $(X\lambda, Y\lambda)$ es comporta millor que $(\theta x_0, y_0)$ quan $\theta^* < 1$.

En aquest context, els excessos d'input s^- o els dèficits d'output s^+ , s'identifiquen amb els vectors *folga* d'aquesta manera:

$s^- = \theta x_0 - X\lambda$; $s^+ = Y\lambda - y_0$; en els què, $s^- \geq 0$, $s^+ \geq 0$ per a qualsevol solució (θ, λ) del dual factible.

En què:

$$\min \theta - \varepsilon \left[\sum_{i=1} s_i^- + \sum_{r=1} s_r^+ \right]$$

El símbol $\varepsilon > 0$ significa que les variables *folga* han de tractar-se tot seguit, essent maximitzades de tal manera que no afectin a la minimització de θ que prèviament s'ha determinat per aconseguir $\theta = \theta^*$.

En resum, es pot establir les següents comparacions entre les solucions dual i primal:

Mentre que, el problema primal representa la forma multiplicativa que implica els pesos dels inputs i els outputs, el problema dual és la forma envolupant, aquesta és la font del nom de la DEA que comporta la utilització de la ponderació dels pesos de les indústries (θ, λ) i, es designen formes envolupants.

La metodologia que fa servir el model CCR utilitzant la forma dual es justifica per les següents raons:

- El nombre de les restriccions de la funció objectiu primal depèn del nombre de les DMU_s , mentre que, la dual depèn del nombre d'inputs i outputs.
- L'eficiència en el càlcul de la Programació lineal dependrà, en conseqüència, de l'escenari de les indústries susceptibles de ser comparades. La formulació dual és més eficient, des del punt de vista del càlcul, que la primal si el nombre d'inputs i, d'outputs, i conseqüentment, el nombre de restriccions és inferior al nombre d'indústries que són susceptibles de ser comparades.
- No és poden trobar les solucions relatives a les *folgues* màximes resolent el primal.
- Les interpretacions del dual són més directes perquè les solucions és caracteritzen com inputs i outputs que corresponen a les dades originals, mentre que, els multiplicadors proporcionen solucions al primal que representen avaluacions dels valors observats.

3.3.3.- Els programes DEA envolupants.

Els programes DEA envolupants s'utilitzen orientats a l'input o a l'output.

En la versió de minimització de l'input el programa DEA calcula la mesura radial de l'eficiència Farell E_m per cada DMU n sobre el conjunt de I observacions, al resoldre, ja sigui, programa lineal establert en relació amb la mesura anterior següent:

$$E_m = \text{Min} \theta_m \quad \text{s.a.}$$

$$\sum_{n=1}^N y_{jn} \lambda_n \geq y_{jm}; \quad j = 1, 2, \dots, K, J. \text{ (outputs)}$$

$$\sum_{n=1}^N x_{in} \lambda_n \leq \theta_m x_{im}; \quad i = 1, 2, \dots, K, I. \text{ (inputs)}$$

$$\lambda_n \geq 0; \quad n = 1, 2, \dots, K, N. \text{ (DMUs)}$$

$$\theta_m \text{ lliure}$$

O ja sigui, en la corresponent forma matricial:

$$\min_{\theta, \lambda} \theta_m \text{ tal que,}$$

$$Y\lambda \geq Y_m$$

$$X\lambda \leq \theta X_m$$

$$\lambda \geq 0; \quad \theta_m \text{ lliure}$$

Cada tipus d'input es redueix en el mateix factor θ , fins que s'abasti la frontera segons les mesures de l'eficiència Farell. Les DMU amb els coeficients de la combinació lineal λ_n positius s'anomenen *peers*. Aquestes DMU han de ser a les unitats frontera i, les combinacions lineals defineixen el punt fronterer que és el punt de comparació amb les DMU_n sotmeses a l'anàlisi. En el cas que, en les restriccions dels inputs, les *folgues* siguin nul·les, la contracció radial de les observacions DMU_n coincideix amb els valors ponderats de la *peer* en el punt fronterer de comparació.

Sota el supòsit de rendiments constants a escala, el programa que calcula l'índex d'eficiència es resol per a cada indústria (aeroportuària) amb l'objectiu de trobar la mínima proporció d'inputs (θ) necessària per obtenir un determinat nivell als diferents outputs, és a dir, al mantenir el nivell d'outputs, se tracta de dur a terme la màxima reducció equiproporcional possible en el vector d'inputs.

Per els outputs fixats, les restriccions anteriors estableixen una combinació lineal formada per les indústries observades que dona, si més no, tant output com les unitats avaluades y_{jm} , $j = 1, 2, \dots, K, J$, i consumeix la fracció θ més petita possible del vector d'inputs x_{im} , $i = 1, 2, \dots, K, I$. utilitzat per la indústria.

El programa es resol per cadascuna de les indústries de la mostra (en aquest cas d'aeroports) elegida, amb la qual cosa es genera un índex θ que diferencia entre unitats eficients i ineficients (en terme comparatius iguals o inferiors a la unitat respectivament).

De manera anàloga, en la versió de maximització de l'output es tracta de:

max. ϕ_m tal que,

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^N y_{jn} \mu_n &\geq \phi_m y_{jm}; & j = 1, 2, \dots, K, I \\ \sum_{n=1}^N x_{in} \mu_n &\leq x_{im}; & i = 1, 2, \dots, K, I. \\ \mu_n &\geq 0; & n = 1, 2, \dots, K, N. \\ \phi_m &\text{ lliure} \end{aligned}$$

O en la seva versió matricial,

max. ϕ_m tal que,

$$\begin{aligned} Y\mu &\geq \phi_m Y_m \\ X\mu &\leq X_m \\ \mu &\geq 0; \\ \phi_m &\text{ lliure} \end{aligned}$$

Aquest plantejament es refereix al programa DEA envolupant orientat a l'output; pel motiu que té per objectiu maximitzar la producció de l'output sotmesa a un nivell donat de recursos. D'acord amb les regles de restricció, cada output s'amplia en el mateix factor al multiplicar-se per ϕ .

3.3.4.- L'Eficiència CCR i l'Eficiència tècnica.

Es defineix l'eficiència CCR a l'eficiència de la unitat de presa de decisions referent que té com solució òptima $\theta^* = 1$ i, la *folga* és nul·la. La primera d'aquestes dues condicions es refereix també a l'*eficiència radial*, perquè un valor de $\theta < 1$ significa que tots els inputs poden ser simultàniament reduïts sense alterar les proporcions en que s'utilitzen. Donat que, $1 - \theta^*$ és la reducció proporcional màxima permesa pel CPP, qualsevol de les reduccions associades amb les *folgues* no nul·les necessitaran canviar les proporcions d'input. En conseqüència, les ineficiències associades amb les *folgues* no nul·les fan referència a les ineficiències proporcionals.

Les dues condicions anteriors, $\theta^* = 1$ i, sense cap folga, se designa com l'eficiència Pareto-Koopmans i, defineix que cada DMU avaluada és completament eficient si, i solament si, no és possible millorar qualsevol input o output sense empitjorar qualsevol altre input o output.

Per una DMU_0 ineficient, el seu conjunt de referència es basa en la solució de la *folga* màxima obtinguda que s'expressa de la manera següent:

$$E_0 = \{j | \lambda_j^* > 0\} \quad (j \in 1, \dots, n).$$

Una solució òptima s'expressa com:

$$\theta^* x_0 = \sum_{j \in E_0} x_j \lambda_j^* + s^{-*}$$

$$y_0 = \sum_{j \in E_0} y_j \lambda_j^* - s^{+*}$$

que té la interpretació següent:

- la ineficiència tècnica $\theta^* x_0$ menys la ineficiència proporcional s^{-*} és igual a una combinació lineal dels valors observats dels inputs $\sum_{j \in E_0} x_j \lambda_j^*$.

- els outputs observats y_0 més els dèficits d'outputs s^{+*} és igual a una combinació lineal dels valors observats dels outputs $\sum_{j \in E_0} y_j \lambda_j^*$.

Aquestes relacions signifiquen que l'eficiència del parell de valors input, output per la DMU ineficient pot millorar-se si, els valors de l'input es redueixen radialment per el ràtio θ^* i, les folgues s^{-*} d'input s'eliminen. De manera anàloga, l'eficiència pot assolir-se si els valors de l'output s'augmentessin amb els dèficits d'output s^{+*} .

És a dir, les millores brutes d'input Δx_0 i d'output Δy_0 es calculen de la manera següent:

$$\Delta x_0 = x_0 - (\theta^* x_0 - s^{-*}) = (1 - \theta^*) x_0 + s^{-*}$$

$$\Delta y_0 = s^{+*}$$

3.3.5.- Una breu referència a les economies d'escala i al model de rendiments variables a escala en el context de la DEA.

Els rendiments constants a escala (CRS) signifiquen que una DMU pot escalar inputs i outputs linealment sense que disminueixi o augmenti l'eficiència. Aquests són els models DEA des del punt de vista del model CCR.

Es poden definir rendiments creixents a escala (IRS), com una propietat d'una funció de producció tal que al canviar tots els inputs amb la mateixa proporció, canvia l'output en una magnitud més gran que el valor proporcional. No obstant això, més enllà d'un límit, els IRS no funcionen. Si en l'àmbit del sector industrial un fabricant necessita produir una quantitat molt gran d'un producte pot trobar difícil produir-lo per els problemes derivats d'emmagatzematge i, altres limitacions en el subministrament dels materials per a la fabricació. En aquest cas, es diu que el fabricant està treballant amb rendiments a escala decreixents (DRS). Combinant els dos extrems, el fabricant treballa amb rendiments variables a escala (VRS).

En general, una DMU amb el més alt ràtio input/output és la més eficient i, es considera que opera al més productiu tamany d'escala. La DMU de tamany d'escala inferior es diu que està operant sota IRS perquè pot aconseguir més grans economies d'escala s'incrementés el volum d'operació.

En canvi, la DMU que estigui operant a escales més grans es diu que està operant sota DRS perquè, si la DMU incrementa el seu volum d'operació, no pot aconseguir més grans economies d'escala.

Els programes DEA envolvents amb CRS no incorporen els diferents tamany d'escala. No obstant, el model DEA de R.D.Banker, A. Charnes i W.W. Cooper (BCC) (1984) al incorporar la restricció addicional de convexitat $\sum_{n=1}^N \lambda_n = 1; \lambda_n \geq 0$,

s'assegura que les empreses que operin a aquesta escala siguin reconegudes com eficients. Llavors l'envolupant es formada per les combinacions lineals múltiples de la millor pràctica (VRS).

El model BCC té en compte la variació de l'eficiència respecte a l'escala de producció, i conseqüentment, les mesures de l'eficiència tècnica pura. L'eficiència

d'escala d'una DMU es calcula com la relació entre la seva eficiència CRS i la seva eficiència VRS. És raonable caracteritzar l'eficiència d'escala d'una DMU per la relació dels dos resultats. Si els resultats CCR i BCC d'una DMU són en el context dels CRS i VRS respectivament: θ_{CCR}^* i θ_{BCC}^* , l'eficiència d'escala es defineix com:

$$ES = \theta_{CCR}^* / \theta_{BCC}^* \leq 1,$$

És a dir, si una DMU és completament eficient en els valors dels models CCR i BCC es diu que esta operant al tamany d'escala més productiu.

En conseqüència, l'eficiència d'escala una DMU causada simplement pel fet que la DMU no opera al tamany d'escala més productiu es composta per la relació entre l'eficiència CRS i l'eficiència VRS.

El valor CCR es designa com eficiència tècnica *global* (ET) ja que no té en compte el seu efecte d'escala.

El valor BCC expressa la seva eficiència tècnica pura *local* (ETP) sota els requeriments dels rendiments a escala.

Utilitzant aquests conceptes, la relació mostra la descomposició de l'eficiència següent:

$$ET(CRS) = ETP(VRS) * ES$$

Aquesta descomposició, què és única, exposa les fonts de la ineficiència que sigui causada, per exemple, per l'operació ineficient de la mateixa DMU o, per les condicions desavantatjoses desplegades per la seva eficiència d'escala (ES) o ambdues.

En resum, si una DMU té eficiència plena BCC però té un resultat CCR més baix, significa que està operant eficientment localment però no eficientment globalment pel motiu del tamany d'escala de la DMU.

Si el que es pretén es veure l'efecte sobre l'eficiència tècnica dels inputs no controlables sobre cada unitat productiva, les empreses productores de serveis com és el cas de les indústries aeroportuàries, no són rellevants els efectes de l'escala

de producció. A més, no es tracta de *fabricar* cap producte i, per tant, els resultats dels seus IRS o dels DRS determinarien si la ineficiència seria deguda a les possibles condicions avantatjoses de la seva eficiència d'escala.

A més, la mostra elegida no respon a cap concepte de xarxa (com seria en el cas d'AENA si s'hagués pogut obtenir, de manera desagregada, la informació transparent dels seus inputs i outputs). Com es veurà en l'aplicació, la mostra es compon d'indústries de diferent tamany, administració i, gestió. Així mateix, es consideren diferents àmbits d'organització i entorn que no és controlable per els executors de l'activitat.

Com s'ha dit, el model BCC té en compte la variació de l'eficiència respecte a l'escala de producció, i per tant, les mesures de l'eficiència tècnica pura. En el capítol IV, donat que tots els aeroports de la mostra estan associats a indústries de molt diferents característiques, es suposarà que treballen a la mateixa escala de productiva. En conseqüència, es considerarà el model CCR associat a rendiments constants a escala.

3.3.6.- Variables no discrecionals.

Sovint les quantitats utilitzades d'algun dels inputs no són sota el control de l'aeroport. Aquests inputs que es designen com no controlables són factors que intervenen directament en el procés generador dels outputs i la seva quantitat no pot ser determinada directament per l'administrador de l'aeroport.

Aquests inputs intervenen en el càlcul dels índex d'eficiència i no en una fase posterior al seu càlcul. Donada la seva influència sobre la producció, la mesura de l'eficiència ha de considerar la no discrecionalitat d'aquests inputs, ja que en cas contrari no reflectiria la realitat de l'entorn operatiu aeroportuari.

Per tant, amb la introducció dels inputs no controlables el que es pretén és obtenir un índex d'eficiència fiable de cada unitat aeroportuària que faciliti una comparació harmonitzada de totes les unitats avaluades.

En aquest context, i seguint a M. Muñiz (2001), dins dels factors no discrecionals cal distingir els inputs no controlables, d'altres variables que es designen com ambientals i que malgrat no intervenen en el procés productiu poden explicar des del punt de vista exògen, la presumible ineficiència de la indústria aeroportuària.

Les variables ambientals no participarien en el procés *productiu* com a inputs, i des d'aquest punt de vista, restarien exclosos en la construcció dels índex d'eficiència.

No obstant, poden facilitar, la informació relativa a les causes de la ineficiència detectada a l'anàlisi. Per tant, el seu us pot permetre explicar els comportaments ineficients.

D'aquesta manera, l'opció en el tractament de les variables no discrecionals, pel que fa a les variables qualitatives, restarà clara de cara a les seves conseqüències interpretatives. En aquest context, l'estudi de la seva influència es considerarà separatament.

M. Muñiz (2001) corrobora aquest tractament en el context de la DEA i afirma que els inputs no controlables han de ser inclosos en el procés de determinació de l'índex d'eficiència. En canvi, les variables ambientals que s'associen al fet d'explicar

les conductes ineficients serien introduïdes més endavant a la investigació, en allò que es coneix com *anàlisi de segona etapa*.

No obstant, seguint a W.W. Cooper, L.M. Seiford i K.Tone (2001) en el context de la DEA existeix la possibilitat de tractar a les variables ambientals com a categòriques, i determinar en el model CCR l'índex d'eficiència resultant. D'aquesta manera, es podria comprovar el resultat obtingut de l'anàlisi no paramètric completant-lo amb el resultat del tractament economètric que consistiria, en una posterior aplicació d'un model de regressió lineal per mínims quadrats ordinaris (MQO).

W.W. Cooper et al.(2001), seguint inicialment el camí elaborat per R.D.Banker i R. Morey (1986) es refereixen als inputs no discrecionals com *fixats exògenament*, i presenten aquestes variables tot modificant el model CCR:

$$\min \theta - \varepsilon \left(\sum_{i \in D} s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad [1]$$

s.a.

$$\theta x_{i0} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^-; \quad i \in D$$

$$x_{i0} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^-; \quad i \in ND$$

$$y_{r0} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+; \quad r = 1, \dots, s$$

on la variable θ no s'aplica als inputs no discrecionals perquè aquests valors es fixen exògenament, i per tant, no és possible variar-los a discreció del gestor.

Les folgues s_i^- , $i \in ND$, en el context dels inputs no discrecionals no entren directament en les mesures de l'eficiència θ que s'optimitza en [1]. No obstant, aquestes mesures afecten a les avaluacions de l'eficiència perquè són presents a les restriccions.

En el capítol anterior s'han vist situacions administratives sobre les quals els gestors de les organitzacions, com les indústries aeroportuàries, no tenen el control. Aquestes situacions s'han designat com variables ambientals. Per exemple, al

avaluar el comportament d'una empresa pública o privada aeroportuària pot ser decisiu a l'hora d'executar el seu pla estratègic si s'exercirà el control de les polítiques d'inversió que se'n derivin a l'aeroport.

En efecte, sinó es disposa del control de la propietat del capital pel motiu que la unitat de presa de decisions, l'aeroport, pertany a altres indústries aeroportuàries, el comportament serà diferent en relació amb l'aeroport en que la titularitat és majoritàriament del propi gestor aeroportuari.

Pel tractament d'aquestes variables s'escau la introducció de variables categòriques. El tractament en el programa DEA envolvent, suposa que solament un subconjunt N_A de les DMUs respon aquest determinat concepte en relació amb el tractament relatiu a l'aplicació esmentada al paràgraf anterior.

És a dir, que el control del seu pla estratègic estigui associat al fet que la majoria accionarial del capital sigui pròpia o aliena.

R.D. Banker i R. Morey (1986 a), defineixen pel tractament d'aquestes variables el següent model CCR. Per la indústria m :

$\min \theta_m$ tal que,

$$\sum_{n \in N_A} y_{jn} \lambda_n \geq y_{jm}; \quad j = 1, 2, \dots, K, J. \text{ outputs.}$$

$$\sum x_{in} \lambda_n \leq \theta_m x_{im}; \quad i = 1, 2, \dots, K, I. \text{ inputs.}$$

$$\lambda_n \geq 0; \quad \theta_m \text{ lliure.}$$

Aquest model DEA compara únicament aquelles indústries aeroportuàries que disposen de les característiques tot just definides. En conseqüència, el resultat dels índex d'eficiència proporcionen una mesura més acurada del seu comportament.

Però a la pràctica, també pot succeir que la variable categòrica estigui sota el control de les unitats de presa de decisions segons diferents proporcions. Aquest seria el cas que la titularitat del capital de l'empresa aeroportuària fos distribuït en diferents quotes de participació que li permetin exercir en major o menor mesura el control de la política inversora de l'aeroport.

3.3.7.- Les comparacions de l'eficiència entre diferents sistemes.

La comparació de l'eficiència entre diferents sistemes fou introduïda per K. Tone (1993).

Els models DEA verifiquen que el CPP és convex i, de fet, si dues activitats (x_1, y_1) i (x_2, y_2) pertanyen al CPP, cada punt del segment que connecta aquestes dues activitats també pertanyen al CPP. No obstant això, hi ha situacions en les que aquesta hipòtesi no és vàlida. Aquest és el cas, d'una activitat A que utilitza un tipus d'instrument en tant que l'activitat B, n'adopta un instrument diferent i, per tant, no es pot de manera raonable suposar assumir entre ambdues cap activitat comuna. Aquest és el cas d'una indústria o conjunt d'indústries aeroportuàries que tenen la totalitat o la majoria del seu capital públic, mentre que un altre conjunt d'indústries són privades, o majoritàriament privades.

El model relatiu a aquestes sistemes fou tractat per W.W. Cooper, L.M.Seiford i K. Tone (2001), i és el següent:

Si l'input x es fracciona en el sistema de l'activitat A i el sistema de l'activitat B, s'obtenen els inputs x_A i x_B . De manera similar s'estableix pel que fa amb els outputs y_A i y_B .

En el supòsit que la hipòtesi de convexitat es compleixi dins d'un mateix sistema, però no entre els dos sistemes, el CPP satisfà les següents restriccions:

$$\begin{aligned} x &\geq X_A \lambda_A + X_B \lambda_B \\ y &\leq Y_A \lambda_A + Y_B \lambda_B \\ Lz_A &\leq e\lambda_A \leq Uz_A, \quad \lambda_A \geq 0, \quad \lambda_B \geq 0. \\ \\ Lz_B &\leq e\lambda_B \leq Uz_B \end{aligned}$$

essent z_A i z_B variables binàries que assumeixen únicament els valors 0 i 1 i compleixen que $z_A + z_B = 1$. A més pel model CCR, $L = 0$ i $U = \infty$.

En aquest context, l'eficiència de la DMU pot avaluar-se pel problema mesclat de programació lineal següent.

$$\min \theta$$

s.a.

$$\theta x_0 \geq X_A \lambda_A + X_B \lambda_B$$

$$y_0 \leq Y_A \lambda_A + Y_B \lambda_B$$

$$Lz_A \leq e\lambda_A \leq Uz_A$$

$$Lz_B \leq e\lambda_B \leq Uz_B$$

$$z_A + z_B = 1$$

$$\lambda_A \geq 0; \quad \lambda_B \geq 0;$$

$$z_A, z_B = 0,1 \quad \text{i} \quad L = 0, \quad U = \infty \quad \text{pel model CCR.}$$

Els resultats avaluen tant l'eficiència de cada DMU, com també la comparació dels dos sistemes i observar l'eficiència de les DMUs en cada sistema.

En efecte, es resol el problema de PL anterior amb els conjunts $z_A = 1$, i $z_B = 0$. És a dir, s'avalua l'eficiència de la DMU (x_0, y_0) basada en el sistema A, i s'obté el valor objectiu òptim θ_A . (Es procedeix de la mateixa manera en el plantejament de $z_A = 0$ i $z_B = 1$).

S'obté finalment l'eficiència de la DMU (x_0, y_0) per a la consecució de l'índex θ_0^* òptim que verifica $\theta_0^* = \min\{\theta_A, \theta_B\}$.

A fi d'escatir si els índex d'eficiència en la DEA són estadísticament significatius, es fa servir el test no paramètric de Wilcoxon-Mann-Whitney o *Test sumatori d'ordenació de dades* que van introduir P.L. Brockett i B. Golany (1996)

Si les dades del grup A = (a_1, a_2, \dots, a_n) i del grup B = (b_1, b_2, \dots, b_n) es fusionen per arribar a la seqüència C en el que les dades s'ordenen començant per les més petites.

En el cas que en la seqüència C hi hagin les dades correlatives del mateix valor es pot calcular la mitjana del lloc que ocupi en el rànquing.

Sumant els elements del rànquing del grup A es troba l'estadístic S que segueix una distribució aproximadament normal amb mitjana $\frac{m(m+n+1)}{2}$ i variància $mn\left(\frac{m+n+1}{12}\right)$ que es normalitza per obtenir el Test de la suma ordenada:

$$T = \frac{S - \frac{m(m+n+1)}{2}}{\left[\frac{mn(m+n+1)}{12} \right]^{\frac{1}{2}}},$$

què és una distribució aproximadament normal estàndard.

Utilitzant T es pot comprovar la hipòtesi nul·la relativa als dos grups que tinguin la mateixa població al nivell de significació α . Es rebutja la hipòtesi nul·la si, $T \leq -T_{\alpha/2}$

o, $T \geq T_{\alpha/2}$, en el què $T_{\alpha/2}$ correspon al percentil $\alpha/2$ de la distribució normal estàndard.

Si s'elegeix $\alpha = 0,05$ (5%), llavors $T_{0,025} = 1,96$;

Es rebutja la hipòtesi nul·la si, $T \leq -1,96$ o, $T \geq 1,96$.

Una aplicació simple i directa d'aquest test s'utilitza per identificar la diferència entre els índex d'eficiència de la DEA en els dos grups de les DMU.

El test de Wilcoxon-Mann-Whitney pot aplicar-se per comprovar la hipòtesi que els dos grups tenen alternativament la mateixa població dels índex d'eficiència al nivell de significació α .

3.3.7.1.- Comparacions Bilaterals.

El mètode precedent fa servir una avaluació mixta de les DMU en dos grups, per els quals s'interpreta que cada DMU se tracta en ambdós grups, segons es consideri *entre grups* o, *dins dels grups*. Així, el conjunt de referència d'una DMU en A pot consistir en les DMU de A (*dins*) o B (*entre*). Per contra, hi ha la perspectiva que cada DMU de A(B) hagi de ser avaluada en relació amb el grup oposat B(A). Atès que, aquesta comparació "*entre*" resultarà ser una discriminació més directa entre els dos grups, es pot formular el següent plantejament per cada DMU $a \in A$. A. Charnes, W.W.Cooper i E. Rhodes (1981).

$$\begin{aligned}
 & \min \theta \\
 \text{s.a.} \quad & \sum_{j \in B} x_j \lambda_j \leq \theta x_a \\
 & \sum_{j \in B} y_j \lambda_j \geq y_a \\
 & \lambda_j \geq 0 \quad (\forall j \in B)
 \end{aligned}$$

3.4.-Una aproximació a l'anàlisi multietàpic.

Des del punt de vista de l'eficiència, la metodologia no paramètrica es sustenta en la *descomposició* de l'activitat productiva en el que intervenen diversos factors productius que es combinen per obtenir un determinat output i, tot seguit, calcular l'índex d'eficiència tècnica.

La inclusió dels inputs no controlables a l'anàlisi de l'eficiència va contribuir al desenvolupament dels treball dirigits a avaluar el comportament d'aquests inputs a través d'un anàlisi multietàpic.

Tot seguit d'una primera etapa a la que s'aplica el model DEA, en la que no s'ha considerat l'efecte dels inputs no controlables a l'avaluació, es procedeix a l'ajustament d'aquest índex amb el fi d'incorporar els efectes d'aquestes variables.

Atès que existeix una relació inversament proporcional entre el nombre de variables utilitzades i la propietat discriminatòria de la DEA, es fa necessari escatir si és possible prescindir d'una part de la informació i, introduir un nombre de variables inferior per dur a terme l'anàlisi; una alternativa a l'anterior és la que utilitza l'anàlisi de components principals que focalitzi la informació en un nombre reduït de variables, J.M. Cordero et al.(2005).

En el context de l'anàlisi multietàpic, el primer procés, consisteix en la realització d'un anàlisi DEA en el que no es considerin els factors exògens i, tot seguit, realitzar una sèrie d'ajustaments que permetin tenir en compte l'efecte dels inputs no controlables. En el model de dues etapes es procedeix a estimar, per mitjà d'un model de regressió lineal, la variable índex d'eficiència, que es pren com variable dependent, mentre que una sèrie de variables explicatives són els inputs no controlables.

$$\theta_j = f(INOC_j, \alpha_j) + u_j$$

L'ajustament dels valors dels índex d'eficiència, segons Cordero et al.(2005) Pot executar-se ja sigui des de la perspectiva de l'empresa aeroportuària més beneficiada, en aquest cas caldria ajustar a la baixa el valor dels índex d'eficiència dels aeroports en funció de que hagin estat beneficiats en major o menor mesura per

l'efecte dels inputs no controlables, o ja sigui, des de la perspectiva de l'empresa més perjudicada. En aquest context, caldria incrementar els índexs d'eficiència de tots els productors (aeroports) en funció del grau en els que els seus resultats han estat influïts pel fet de disposar d'uns equipaments, amb unes característiques pitjors.

Una tercera opció seria el càlcul del valor mitjà i , això, únicament implicaria l'ajustament dels valors de les empreses aeroportuàries que han estat perjudicades a l'avaluació inicial. Segons apunten J.M. Cordero et al.(2005), la correcció realitzada incideix en la component radial de l'índex, la qual cosa significa prescindir de l'efecte derivat de l'existència de les *folgues* sobre la ineficiència.

El model de tres etapes se centra en la utilització de les variables *folga* totals calculades a la primera etapa per tal de determinar quina proporció d'aquestes variables s'expliquen per la influència dels inputs no controlables.

Tot seguit, seguint el criteri d'eficiència tècnica, es realitza una segona DEA en la que s'introdueix com inputs controlables les variables *folga* i , com a outputs els inputs no controlables i , obtenint-se uns nous índex d'eficiència α_0 .

El procés inicial identifica la *folga* total de cada variable x_c com, $(1 - \theta_0)x_c + s_c^+$ per a cada empresa i . A partir dels *targets* calculats amb aquest procés es determina per la *folga* de cada variable, quina part es deguda a la influència dels inputs no controlables $\alpha_0[(1 - \theta_0)x_c + s_c^+]_i$, i, quina part es deguda a la ineficiència de la indústria $(1 - \alpha_0)[(1 - \theta_0)x_c + s_c^+]_i$.

Finalment, s'ajusten els valors dels inputs i dels outputs. L'ajustament dels inputs es calcula al restar als valors inicials dels inputs, els *targets* calculats per cada input en aquesta segona DEA. Mentre que l'ajustament dels outputs es calcula al sumar als valors inicials dels outputs, els *targets* calculats per cada output en aquesta segona DEA.

Com afirmen J.M. Cordero et al.(2005) les avantatges d'aquest model cal buscar-les en el fet d'incloure a la vegada les *folgues* radial i no radial, i la facilitat d'entendre, la contribució a la ineficiència des inputs no controlables, mitjançant la informació que proporcionen les variables separadament,

Per acabar, el model de quatre etapes utilitza la *folga* total de l'etapa inicial com variable dependent en un sistema de regressió Tobit en el què, els inputs no controlables, són les variables explicatives. Amb aquestes regressions és pot conèixer la variació en el índex d'eficiència associat a cadascun dels inputs no controlables.

Tot seguit, s'utilitzen els coeficients estimats anteriorment, per calcular les noves *folgues* associades a cada input. Aquestes folgues representen la dotació d'inputs no controlables de cada DMU. A la següent etapa, es realitzen els ajustaments sobre els valors dels inputs inicials al sumar al valor original de cada input la diferència entre el major valor estimat i , el valor estimat per cada unitat. A la quarta etapa s'utilitzen els nous inputs ajustats per realitzar una nova DEA en la que els outputs són els inicials i , els inputs s'introdueixen amb els seus valors ajustats.

L'avantatge d'aquest model suposa la modificació dels índex d'eficiència dels aeroports qualificats com eficients a la primera etapa. Aquest és el cas dels aeroports que comptin amb una dotació dels inputs no controlables molt favorable.

No obstant això, a la vista de les dades inicials dels inputs no discrecionals taula 4.5., la magnitud de la mostra i , el resultat obtingut de la utilització de l'anàlisi factorial, la informació continguda en els inputs no controlables principals no permet modular, en el marc dels aeroports eficients, l'aportació dels factors no controlables, raó per la qual, no s'aplicarà aquest model.

3.4.1.- Abast de l'anàlisi de la regressió de les eficiències DEA per a les variables qualitatives.

Les variables categòriques caracteritzen les variables ambientals pel motiu de reflectir la presència o l'absència d'una capacitat particular o, per donar una representació més ajustada a relacions de nivells ordinals, ja que únicament prenen un conjunt discret de valors.

En el cas de l'aplicació empírica, la informació sobre la quota de participació pròpia de cada indústria aeroportuària al seu aeroport pot ser *alta*, *mitjana*, *baixa* o *nul·la* o la quota de participació aliena a cada aeroport de la mostra se li atribueix també una quota *alta*, *mitjana*, *baixa* o *nul·la*.

En l'apartat 3.3.6 se tracta la manera de resoldre la influència de les variables categòriques sobre l'eficiència. R.Ramanhatan (2003) exposa l'anàlisi de la regressió lineal utilitzant separadament per cada input corresponen a les variables qualitatives segons la següent expressió:

$$Ef = \alpha + \beta * PP(oPA) + u$$

On Ef és l'índex d'eficiència obtingut mitjançant la DEA original per a cada DMU i , PP i PA , són els inputs que representen les variables (qualitatives) categòriques.

3.5.-Altres aproximacions a les funcions frontera de producció.

L'encaix de la teoria econòmica amb l'anàlisi experimental de la producció (el cost o el benefici) es porta a terme mitjançant el concepte de la frontera de producció (cost o benefici). L'aproximació paramètrica assumeix que la forma de la funció de producció és coneguda o, estadísticament estimada.

En el context dels mètodes paramètrics, la literatura se fonamenta sobre la base d'una funció de producció estocàstica que s'utilitza per el plantejament d'un model economètric teòric que té com exponent l'obtenció d'una expressió matemàtica. En el seu conjunt aquest model serveix per explicar, en el marc d'una realitat econòmica, la funció de producció de la Indústria. En l'aplicació empírica es proposaria l'obtenció de la demanda de passatgers i/o càrrega aèria que són gestionats per les indústries, així com també, el càlcul de la seva eficiència.

Sobre la base històrica de la funció de la frontera de producció estocàstica $\ln(y_i) = x_i\beta + v_i - u_i$ proposada independentment per D.Aigner et al.(1977) i, W.Meeusen et al.(1977). En què v_i , és la pertorbació aleatòria què és un terme d'error simètric que es suposa idèntica i, independentment distribuït amb mitjana nul·la i, μ és el terme d'error no negatiu què es distribueix independentment de v i recull la distància de cada empresa a la seva frontera estocàstica.

En aquest context, l'aproximació paramètrica a la frontera de producció suposa modelitzar la producció segons l'expressió:

$$Y = f(x) + v - \mu$$

En conseqüència, la frontera de producció estocàstica serà $Y^* = f(x) + v$,

En el cas de les fronteres de producció estocàstiques, l'índex d'eficiència per l'empresa k és pot calcular per:

$$ET_k = \frac{Y_k}{f(x_k) + v_k}$$

L'aproximació paramètrica al càlcul experimental de la frontera requereix una forma funcional que es concreta ajustant en ocasions una funció Cobb-Douglas:

Tot seguit, la funció de producció s'estima econòmicament ja sigui per MQO modificats, o ja sigui, per Màxima Versemblança.

En el cas de fronteres estocàstiques, el disseny del problema per estimar per màxima versemblança la funció de producció requereix calcular d'entrada la funció de densitat de $v - \mu$.

En aquest context, els autors T.Coelli et al. (1998) fan servir una metodologia paramètrica que mesuri l'eficiència utilitzant les fronteres estocàstiques com una aproximació alternativa a l'estimació de les fronteres de producció utilitzant tècniques econòmiques. Aquests autors consideren que la metodologia paramètrica té l'avantatge sobre la DEA quan la pertorbació aleatòria resulta un inconvenient. En aquest cas, els autors manifesten que el tractament econòmic es realitza sobre la base de considerar un terme d'error aleatori v_i , que proporciona l'error de mesurament que s'afegeix a la variable aleatòria i , la u_i , que mesura els factors aleatoris ocasionats per diferents imprevistos: físics, socials, laborals, etc.

Els valors de l'output es limiten sobre la variable estocàstica, $\exp(x_i\beta + v_i)$ i, els termes de pertorbació poden estimar-se a través de les tècniques estadístiques habituals com la Màxima Versemblança (MV) o, la de Mínims Quadrats Ordinaris (MQO).

Les avantatges d'aquesta aproximació són que qualsevol hipòtesis pot ser provada amb rigor estadístic i que les relacions entre inputs i outputs segueixen formes funcionals conegudes. No obstant això, en molts casos, no hi ha una forma funcional coneguda per la funció de producció i , en conseqüència, poc apropiada per parlar en termes de funció de "producció". Aquest és el cas de les organitzacions dels sector públic (salut, educació,...) i és també evident en les unitats organitzatives del sector privat que no estan, donat el cas, preocupats per la transformació de bens en el procés de fabricació i producció.

3.6.- La revisió de la literatura. Cronologia

Es descriuen tot seguit, els diferents aspectes que en el marc de la literatura existent han contribuït a estructurar la Tesi.

En l'aproximació no paramètrica, no es fa cap assumpció sobre la forma de la funció de producció. En canvi, a partir dels inputs i outputs observats, es construeix empíricament la funció. Aquesta serà necessàriament lineal i constituïria una aproximació a la funció vertadera. Entre els mètodes no paramètrics, la literatura aborda l'anàlisi envolupant de dades (DEA) com instrument de la programació matemàtica.

Es considera important per a la redacció de la tesi el fet d'explicar més detalladament els treballs que la literatura ha dedicat a la mesura de l'eficiència en l'entorn de les unitats de presa de decisions. En el següent apartat s'introdueix una relació dels treballs i els autors que han investigat aquesta matèria.

3.6.1.- La mesura de l'eficiència en l'entorn de les unitats de presa de decisions

Si s'incorporen les característiques dels entorns operatius de les unitats de presa de decisions a l'anàlisi és possible distingir entre les variacions d'eficiència controlables pels gestors de les que són incontrolables en l'entorn operatiu.

Amb el propòsit d'incorporar les variables ambientals a l'anàlisi de l'eficiència, els autors han desenvolupat diferents models flexibles:

La relació d'autors revisats en relació amb la mesura de l'eficiència en l'entorn de les unitats de presa de decisions és la següent:

Els autors WW. Cooper, LM. Seiford i K Tone (2001) *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software* és un compendi que fins l'any 2001 recull la essència de tots els treballs relatius al model DEA.

En línies generals, els autors després de la presentació i discussió del model CCR i els models DEA alternatius que deriven del context de la producció sota rendiments a escala, passen revista als models amb multiplicadors restringits. Tot seguit presenten el tractament de les variables discrecionals, les variables de les quals no poden ser controlades completament pels usuaris o no discrecionals, i les variables que, essent també no discrecionals, necessiten ser tractades de diferent manera ja que el grau del seu coneixement és diferent, com és el cas de les variables categòriques.

El darrer capítol té el propòsit de continuar la recerca de la connexió de la DEA amb altres aproximacions. Per tant, es discuteixen i estudien les tècniques d'unir les aproximacions a l'avaluació de la eficiència de la regressió estadística amb la DEA. El procés consta de dues etapes.

A la primera etapa, s'utilitza la DEA per determinar quines observacions s'associen amb el comportament eficient i quines observacions ho fan amb el comportament ineficient. A la segona etapa, s'incorporen aquests resultats en la forma de *variables fictícies* a una regressió estadística. Va descobrir-se, en els estudis compromesos per eixamplar l'ús de les relacions de la regressió, que la regressió resultant

funcionava de manera satisfactòria utilitzant la mateixa forma que la regressió corresponent i les mateixes dades que prèviament havien produït els resultats insatisfactoris.

Els autors, en una simulació posterior, en tant que el procés ordinari d'una etapa amb la mateixa regressió no va donar mai estimadors correctes, van confirmar els resultats satisfactoris i mostren que el procés de dues etapes va proporcionar sempre els estimadors correctes per a totes les formes que foren analitzades de la regressió.

Els models unietàpics

Amb els models unietàpics es du a terme una única anàlisi DEA, en el qual es considera directament el caràcter no discrecional d'algun input.

B. Golany i Y. Roll (1993), R.D. Banker i R.C. Morey (1986 a i b) van incloure, quan van formular les restriccions del model, el caràcter no discrecional dels inputs considerats no controlables pel productor, com a variables categòriques.

D'aquesta manera, en un model orientat a l'input, l'objectiu ja no seria maximitzar la reducció proporcional del vector d'inputs global, sinó únicament la reducció del sub-vector d'inputs discrecionals.

No obstant això, per començar, cal recordar prèviament l'aportació d'A.Charnes et al. (1981) que varen desenvolupar una aproximació al problema de les variables categòriques cosa que amb posterioritat, va generar el model de dues etapes. Les dades foren dividides en dues categories mútuament excloents. La DEA fou aplicada a cada categoria, i per eliminar la ineficiència generada dins de cada categoria, les dades separades foren projectades a les fronteres estocàstiques.

Tot seguit, es van fusionar el conjunt de dades relatives a l'eficiència *administrativa* i la DEA va aplicar-se per segona vegada amb l'objectiu de comprovar el comportament de les dues categories.

R.D.Banker i R.C. Morey (1986a) van desenvolupar el treball sobre l'avaluació de l'eficiència i l'estimació de fronteres de producció eficients per mitjà de l'anàlisi envolupant de dades.

A les aplicacions pràctiques en les que és possible estimar els estalvis d'input, els gestors de les DMU han de tractar sovint alguns inputs que no controla el productor. L'objectiu d'aquest treball té com a finalitat estendre el model d'A. Charnes, W.W. Cooper i E. Rhodes (CCR) i el de R.D. Banker, A. Charnes i W.W. Cooper (BCC) per estimar l'extensió en què els inputs controlables o discrecionals poden ser reduïts pel gestor de la DMU mentre es mantenen al seu nivell present els inputs fixats exògenament.

L'aproximació es va fer per mitjà de la formulació de programes matemàtics, avaluant les eficiències tècnica i d'escala de les unitats de presa de decisions quan algun dels seus inputs o outputs es fixen exògenament més enllà del control discrecional dels gestors de les DMU.

A més, van desenvolupar les proporcions d'eficiència relativa de les DMU. Tot mantenint les ràtios dels inputs invariables, els models faciliten informació sobre l'extensió en que cada input consumit per una DMU ineficient podria ser reduït sense disminuir qualsevol dels seus outputs.

Els mateixos autors, R.D.Banker i R.C. Morey (1986 b) van estudiar l'ús de variables categòriques, tant per inputs i outputs controlables, com pels no controlables de les DMU en les aproximacions DEA per l'avaluació de l'eficiència tècnica, com de l'eficiència tècnica i d'escala combinades.

Atès un nivell d'output, en el context de conservació dels recursos, d'una unitat ineficient tècnicament en què l'objectiu és minimitzar el consum dels recursos, serà considerada que és ineficient tècnicament si alguna altra unitat o alguna combinació d'altres unitats pot:

- Produir almenys la mateixa quantitat de tots els inputs,
- Utilitzar menys, si més no, d'un input controlable i no més de qualsevol altre recurs controlable, i
- Complimentar aquest nivell de requisits en el context dels factors ambientals.

A la inversa, una unitat es diu que és eficient tècnicament sobre la base relativa del context de conservació de recursos, si el plantejament anterior no és possible.

Si el focus és sobre l'augment de l'output, una unitat es considera que sigui ineficient tècnicament, si alguna altra unitat o alguna combinació d'altres unitats pot::

- Utilitzar no més de qualsevol dels inputs controlables.
- Produir almenys les mateixes quantitats de tots els outputs, i almenys més d'un output.
- Complimentar aquest nivell de requisits en el context dels factors ambientals.

Y. Roll i B. Golany (1993) assumeixen que en la majoria dels casos tots els inputs i outputs són controlables per les DMU, i que els inputs i outputs que no encaixen en aquesta hipòtesi són qualificats en la DEA com a factors no discrecionals.

Els autors fan un tractament d'aquests darrers factors seguint dos camins diferenciats. Primer, fent una extensió del model per permetre la presència simultània dels factors no discrecionals, tant pel conjunt d'inputs, com el d'outputs. Segon, oferint una generalització en la qual es permet una avaluació quantitativa dels factors controlables parcialment.

Els factors no discrecionals en les anàlisis de l'eficiència relativa són factors que, malgrat no ser controlables per les DMU, generen un impacte de cara a les classificacions de l'eficiència relativa.

Més específicament, el procediment és el següent: primer, es fa l'anàlisi dels casos en què apareixien els factors no discrecionals de l'input i de l'output. Segon, es relaxa la distinció "zero-u" entre els factors discrecionals i no discrecionals.

Els autors sobre la base d'analitzar situacions de la vida real, en què existeix el control parcial sobre certs factors, discuteixen el cas d'un model que permeti un grau de control sobre els factors que variï entre el 0 i el 100% i que pot fer en gran part dels casos més adient.

L'extensió a inputs i outputs no discrecionals simultanis seguint la definició proposada per R.D. Banker i R.C. Morey (1986b) modifica el model DEA de tal manera que aparentment una DMU no controli aquests factors.

Els autors assenyalen importants qüestions en relació amb els factors no discrecionals:

Primer, de la mateixa manera que no es van acceptar tècniques quantitatives per identificar i determinar el nombre adequat de factors rellevants en les aplicacions DEA ordinàries, tampoc hi ha un mètode acceptat per seleccionar els factors no discrecionals. A aquest efecte, expressen cautela davant del fet d'afegir un nombre desproporcionat de factors no discrecionals, no solament poden comportar elevats índex d'eficiència sinó que, a més, en moltes situacions pot ser difícil especificar els valors dels paràmetres que descriu el grau de discreció sobre els factors.

Segon, tant per les aproximacions de Roll i Golany (1993) com la de Banker i Morey (1986b), alguns factors no discrecionals d'algunes DMU poden prendre valors negatius (com a resultat de les diferències entre numerador i denominador) en la ràtio d'eficiència. Això pot succeir quan les DMU es caracteritzen per un nivell d'input (output) no discrecionals més baixos (més grans) que els factors respectius de la DMU objectiu. No obstant això, els model de programació lineal regulars, i els programes amb els quals es basa la DEA, poden manipular aquests casos sense dificultat.

Tercer, com en el cas de Banker i Morey (1986b), es continua assumint que els inputs no discrecionals(outputs) poden ser infrautilitzats (superproduïts), això permet que les variables *folga*, en la restricció per als inputs fixos i els outputs puguin assumir valors positius.

Els models multietàpics

La clau d'aquests models és fonamenta en el fet de descomptar de l'índex d'eficiència original l'efecte dels inputs no controlables, fins arribar a un índex final en el qual les influències sobre el producte finalment assolit hagin estat filtrades. Per dur a terme aquest procediment, es modifiquen les dades originals de les DMU segons l'efecte relatiu d'aquelles variables sobre cadascuna de les DMUs. Les dades originals modificades són les que es fan servir per a l'avaluació final. L'anàlisi multietàpic que requereix els programes DEA ha estat calculat, entre d'altres, pels autors següents:

J.T. Pastor (1994), H.O. Fried i C.A.K. Lovell (1996), H. Fried, S.S. Schmidt i S. Yaisawarng (1999), M. Muñiz (2000) i H. Fried, C.A.K. Lovell, S.S. Schmidt i S. Yaisawarng (2002).

J.T. Pastor (1994) va proposar resoldre la problemàtica dels efectes externs seguint un procediment de dues etapes.

A la primera etapa, va aplicar el model DEA orientat a l'input utilitzant tots els outputs i, com a inputs solament els factors exògens: les variables ambientals. Tot seguit, per tal de substituir l'efecte de les variables ambientals, es van expressar els inputs (o els outputs) per les seves projeccions radials.

L'objectiu d'aquesta primera etapa seria poder descomptar l'efecte de les condicions externes en el comportament de les unitats de presa de decisions.

Segons aquest autor, això s'aconsegueix incrementant el valor dels outputs d'aquelles unitats que són considerades ineficients en aquesta primera fase. El valor assolit en els seus índex d'eficiència dona la mesura d'aquest increment necessari, la qual cosa significa que els outputs modificats s'interpretarien com el valor dels outputs que el productor obtindria si operés sota condicions externes positives.

Tot seguit, es realitza una segona DEA en el que les DMU a avaluar s'utilitzen, tant el conjunt d'unitats originals amb els seus valors d'outputs sense modificar, com les unitats considerades ineficients al primer DEA amb els seus valors d'outputs modificats.

En aquesta segona etapa, l'objectiu és doble, l'avaluació de l'eficiència tècnica de les DMU tenint en compte que han estat descomptats els efectes dels inputs no controlables després de la primera etapa, i la inclusió en la segona DEA d'unitats originals i modificades que permeti conèixer quins són els productors més perjudicats pels inputs no controlables. Això s'aconsegueix mitjançant la comparació dels índex d'eficiència obtinguts per cada unitat amb les dades originals, i les dades modificades (els més afectats negativament per aquests factors serien aquelles unitats amb més diferència entre ambdós índexs).

A la segona etapa, s'aplica novament la DEA a un conjunt de dades que abasta les observacions eficients en origen, les observacions ineficients originalment, i les

projeccions radials de les observacions ineficients originalment. L'efecte de les variables ambientals sobre el comportament del productor, es mostra per mitjà d'una comparació en relació amb els valors eficients, tant per a les observacions eficients en origen, com per a aquelles que resulten de la projecció radial.

J.Suárez i M.Muñiz, en un *workshop* sobre eficiència i productivitat (1998), són crítics amb aquesta tècnica pel fet que la DEA determina, en termes relatius, com les DMU produeixen més output per un nivell fixat d'inputs, o consumeixen menys inputs per un nivell concret d'outputs. En el context de la DEA fet servir per Pastor a la primera etapa, es consideren eficients, per a algunes condicions externes, a aquelles unitats que obtenen millors resultats i, per tant, ineficients aquelles que obtenen pitjors resultats en relació amb les seves condicions externes. És en aquestes condicions que l'autor incrementa el valor dels seus outputs amb el propòsit de compensar l'efecte de les condicions ambientals en les quals es produeixen.

Aquest camí, segons autors com J.Suarez i M.Muñiz (1998), no és aplicable a la pràctica. Atès que els inputs no controlables s'introdueixen seguint una relació positiva amb l'output de les unitats més ineficients, les que més incrementaran els seus valors d'outputs seran aquelles més afavorides relativament per aquests factors. Per tant, quan més gran sigui l'input consumit (millors condicions ambientals), més gran serà la possibilitat que aquest productor sigui declarat ineficient (*ceteris paribus*) i incrementi els seus outputs per descomptar l'efecte de les variables externes.

Per tant, el resultat seria el contrari del que es pretén, que és conèixer els valors de l'output d'aquells productors el comportament dels quals són afectats per les condicions ambientals que obtindrien.

En realitat, s'està equiparant a cada unitat ineficient amb aquells productors eficients en la primera DEA que tenen un valor similar respecte dels inputs no controlables. Per tant, no únicament no s'està compensant l'efecte negatiu dels inputs no controlables sinó que, fins i tot, podria interpretar-se que s'està aconseguint l'efecte contrari en afavorir aquelles unitats que gaudeixen de millors valors en els inputs no controlables.

La solució que proposen aquests autors consisteix en introduir a l'anàlisi DEA les variables exògenes seguint una regla de relació negativa amb l'output. És a dir, quan més elevat sigui el valor de les variables exògenes, més petit és el valor dels outputs.

Sobre la base que les unitats que utilitzen més input són, de fet, aquelles que gaudeixen de millors condicions externes i, d'aquesta manera no necessitarien una modificació dels seus outputs per compensar l'efecte de les variables aleatòries.

La modificació de la segona etapa del model de J.T. Pastor(1994) per part d'aquests autors consisteix en aplicar la DEA prenent únicament com a inputs els factors discrecionals i considerant tots els outputs. Les unitats a avaluar han de ser ambdues, del grup complet de variables originals considerades, sense modificar els seus valors i el grup d'unitats els valors dels outputs dels quals han estat modificades a la primera etapa.

En definitiva, si s'aplica aquest model, els productors als quals s'augmentessin el valor dels seus outputs serien aquells que potencialment podrien obtenir millors resultats si operessin sota condicions exògenes més favorables. Per tant, el valor de l'output modificat és un aproximació a la producció potencial que, finalment, serà utilitzada a la segona etapa per trobar la ineficiència tècnica vertadera de les DMU.

J.Suárez i M.Muñiz(1998) arriben pel que fa a aquesta segona etapa a les següents conclusions:

En primer lloc, per aquelles DMU que operen sota condicions externes negatives, els índex d'eficiència assolits a partir dels valors originals, (sense descomptar els efectes externs), poden comparar-se amb aquells obtinguts a partir dels valors modificats.

En segon lloc, la diferència entre ambdós índex d'eficiència s'atribuiran a la influència de les condicions negatives de l'entorn en el procés de producció.

H.O. Fried i C.A.K. Lovell (1996) van estudiar en el seu model l'efecte de les variables no controlables. En el decurs del procediment multietàpic s'elimina l'efecte de les variables no controlables sobre els índex d'eficiència tècnica dels productors, o de les DMU avaluades.

A la primera etapa, i de cara a obtenir una avaluació inicial de cada productor, es realitza una anàlisi DEA sense tenir en compte els inputs no controlables. L'objectiu de les dues etapes posteriors és anular l'efecte que poden provocar les variables no controlables sobre l'avaluació original.

Com a resultat d'aquesta primera etapa, s'obté *la folga*, és a dir, el superàvit d'input en cadascuna de les variables utilitzades, és a dir, la quantitat de cada input que es podria estalviar en cadascuna de les variables utilitzades de cada productor, o DMU en el cas de ser eficient, (en el cas dels outputs, seria el dèficit o la quantitat que es podria augmentar de la producció en el mateix supòsit d'eficiència).

Quan H.O. Fried i C.A.K. Lovell (1996) van dissenyar aquest model, la resta d'autors utilitzava únicament el component radial per determinar la reducció equiproporcional dels inputs en l'opció de minimitzar l'input, o el corresponent als outputs, per calcular l'augment equiproporcional dels outputs en l'orientació de maximitzar l'output i, que al final, s'establia l'índex d'eficiència de cada productor.

Si solament és considera el component controlable, es produeix una pèrdua d'informació que es pot evitar amb la utilització en aquest model de tots els inputs no controlables.

Per exemple, una DMU que amb l'orientació de minimització de l'input obtingui un índex d'eficiència del 70%, podria reduir els seus inputs en un 30%. Però hi ha també la possibilitat que la mateixa DMU pugui, amb la utilització en aquest model de les components radial i no radial de la *folga*, assolir, a més, reduccions addicionals en algun dels seus inputs, o augments addicionals d'alguns dels seus outputs.

Per aquests autors, l'objectiu de la segona etapa seria distingir i quantificar l'espai definit per les *folgues* detectades a les parts no operatives dels inputs de la primera fase i que procedeixen de dos efectes diferencials: la vertadera ineficiència tècnica en què pot incórrer la DMU i la influència dels inputs no controlables.

Per aquest motiu, es proposen dues possibilitats de càlcul:

Resoldre de forma simultània una DEA per les parts restants d'inputs en cadascuna de les variables utilitzades a la primera etapa, (es tenen tantes anàlisis DEA com la

suma d'inputs i outputs controlables considerats a la primera etapa), o resoldre la DEA per la *folga* o superàvit de l'input en cadascuna de les variables utilitzades a la primera etapa per separat.

En aquesta segona opció, en l'estudi sobre les respectives DEA es fa servir l'orientació de minimització de l'input, de tal manera que l'objectiu és minimitzar la *folga* detectada per la DMU sobre una variable sotmesa als valors dels inputs no controlables.¹²

Per acabar, l'autor resol la tercera etapa mitjançant la DEA que utilitza aquests valors ajustats d'outputs i inputs controlables per a cada DMU, i que resulten de l'avaluació de l'eficiència, i la corresponent classificació de les DMU després d'haver compensat l'efecte dels inputs no controlables sobre la producció.

És a dir, com a resultat de la segona etapa, s'obté *la folga* mínima que cada productor obtindrà si fos tècnicament eficient. H.O. Fried i C.A.K.Lovell (1996) consideren que *la folga* mínima obtinguda és composta pel seu valor actual, pels que ja són eficients i per la projecció en la frontera pels productors ineficients.

Quantificat aquest valor, tot seguit es pot descompondre la part restant d'input original calculat a la primera etapa en dues components: La que s'origina per la influència dels inputs no controlables, que seria la *folga* mínima calculada per cada valor observat d'aquests factors, i la que s'atribueix a la vertadera ineficiència tècnica que seria la *folga* de l'input original que resta després de descomptar l'anterior input *folga* mínima.

Tot seguit, s'efectua l'ajustament de les dades originals. Mentre les DMU ubicades a la frontera no requereixen cap ajust, les que són fora de l'envolupant utilitzen la distància a la frontera per incrementar el valor dels inputs o disminuir el dels seus outputs.

H. Fried, S.S.Schmidt i S. Yaisawarng (1999) van introduir un programa lineal no paramètric amb l'objecte de determinar la capacitat d'una unitat productiva per transformar inputs en outputs i d'aquesta manera poder determinar la seva eficiència tècnica en l'entorn operatiu definit per les seves característiques exògenes.

¹² En una DEA ordinària amb aquesta orientació, l'objectiu únicament se centraria en minimitzar l'input utilitzat acotat al valor dels seus outputs, que es prendrien com a fixos i que actuarien amb restriccions).

Aquest estudi es desenvolupa mitjançant un procediment en quatre etapes:

A la primera, s'obtenen els resultats derivats de l'aplicació de la DEA exclouent les variables externes a aquesta etapa, que es destinada a l'avaluació inicial sobre el comportament de les DMU. Tot seguit, en una segona etapa s'obtenen les prediccions dels impactes produïts per les variables ambientals mitjançant una regressió aplicada a l'avaluació inicial i, així, analitzar el seu comportament. Aquesta especificació consisteix, per a un model orientat a l'input, en un sistema d'equacions amb la *folga* de l'input total situat al segon membre de l'equació, en tant que les variables dependents i externes són en el primer.

A la tercera etapa, s'utilitzen els resultats de l'estimació economètrica per calcular l'input inactiu o restant predit màxim, és a dir, es fa l'ajustament sobre les dades originals que mesurin els impactes ambientals. Per últim, a la quarta etapa, s'utilitza novament la DEA sobre el nou conjunt de dades, i es generen els valors eficients radials ajustats que representen les influències en les variables externes.

Els autors afirmen que aquesta aproximació té com avantatge, que la segona etapa és estocàstica, cosa que facilita els tests estadístics de les variables operatives externes en el marc de la ineficiència de cada input individual per a un model orientat a l'input, o la dimensió de cada output per a un model orientat a l'output.

A més, pot proporcionar un efecte global per l'aportació per cada variable categòrica sobre la ineficiència i, per últim, produeix una mesura individual de la ineficiència de la indústria que aïlla el comportament executiu en la gestió. Per contra, les dades ajustades tot i que proporcionen els impactes ambientals, no analitzen l'efecte de la pertorbació estadística.

M.Muñoz (2000) va investigar el tractament dels inputs no controlables en l'anàlisi DEA. Aquest autor afirma que no sempre la quantitat utilitzada d'algun dels inputs és sota el control del productor. Aquests inputs no controlables són factors que intervenen en el procés productiu, però les seves quantitats no poden ser modificades per les DMU i no pòden ser inclosos en l'avaluació del comportament dels productors ja que si no és d'aquesta manera, es podrien arribar a conclusions lluny de la realitat. A més, aquesta factors participen en la construcció dels índex d'eficiència que serviran de guia en l'avaluació de les DMU.

Molts treballs d'investigació han utilitzat l'anàlisi de la regressió per explicar les diferències en l'eficiència per mitjà d'algunes variables relacionades amb la capacitat de gestió de les DMU.¹³

La primera qüestió és decidir quines variables formen part d'aquesta segona etapa. Per a C.A.K. Lovell (1993), les variables no controlables qualitatives o ambientals haurien de formar part d'aquesta segona etapa.

Més específicament, es tracta d'escatir si els índexs d'eficiència obtinguts, utilitzant els inputs no controlables quantitativs o cardinals per a l'aplicació de la DEA, són des del punt de vista economètric significatius. En el cas que també la resposta fos afirmativa, es ratificaria la bondat dels resultats obtinguts del model.

A l'igual que altres autors, M. Muñiz constata que les principals possibilitats, des del punt de vista metodològic, per la inclusió dels inputs no discrecionals és l'aplicació de la tècnica no paramètrica de mesura de l'eficiència DEA. Aquesta tècnica evita la introducció d'una forma funcional determinada en la funció de la producció.

Com a resultat, la mesura de l'eficiència obtinguda reflecteix el caràcter no discrecional d'alguns dels inputs a causa de la seva influència directa sobre l'output produït.

Com que els inputs no controlables intervenen en el procés productiu, és a dir, són determinants de l'output, tenint en compte que l'objectiu bàsic de la DEA és obtenir l'índex d'eficiència que permeti conèixer si és adient l'actuació de cada DMU, cal que siguin inclosos a l'anàlisi des del començament a fi que reflecteixin l'eficiència real de cada DMU, ja que si no ho és així, l'eficiència no recolliria el comportament de totes les variables determinants en l'output produït.

La modificació que proposa M. Muñiz (2001) consisteix en l'ajustament que cal realitzar en les dades originals després d'obtenir la descomposició de la *folga* de l'input original calculat a la primera etapa. En efecte:

En l'article de M. Muñiz del llibre *La medición de la eficiencia y la productividad* (2001), es fa esment al model de S. Ray (1991), en el qual se segueix una metodologia més pròpia d'una anàlisi de segona etapa. El seu objectiu és la mesura

¹³ En l'aplicació empírica es fa referència en el si de les indústries aeroportuàries a la formació dels recursos humans, màrqueting, aprofitament de recursos tecnològics, etc.

de l'eficiència resultant de la disminució del corresponent índex DEA de la ineficiència original que és atribuïble als inputs no controlables.¹⁴

La metodologia utilitza els índex d'eficiència resultants en l'etapa DEA com a variables dependents en una regressió en la qual els inputs no controlables actuen com variables explicatives, segons l'expressió:

$$EF_t = EF(INC_t) + u_t; \quad u_t \leq 0$$

En què $EF(INC_t)$ defineix el nivell màxim d'eficiència assolible per una DMU en relació amb el valor donat als seus inputs no controlables INC_t .

El terme u_t representa la ineficiència atribuïble a la DMU. Si $u_t=0$, la indústria avaluada no incorre en ineficiència tècnica i el marge que li manca a EF_t per assolir un índex d'eficiència unitari seria originat per la influència relativa als inputs no controlables sobre la DMU en qüestió.

L'aplicació de la regressió per mínims quadrats ordinaris (MQO) té com a objectiu esbrinar si els inputs no controlables són significatius al nivell de significació que es determini.

No obstant això, l'ús dels MQO en la regressió no compleix l'objectiu que el valor estimat de l'eficiència sigui més gran o igual que el valor calculat de l'índex d'eficiència.

L'autor S.Ray (1991) defuig aquesta qüestió per mitjà dels mínims quadrats ordinaris corregits (MQOC) per tal que el valor estimat defineixi la màxima eficiència que una DMU pot assolir en relació al valor donat dels seus inputs no controlables.

La diferència entre el valor estimat de cada DMU de l'índex d'eficiència corregit si no incorre en ineficiència tècnica, i l'índex DEA obtingut per cada DMU, seria la ineficiència tècnica detectada no atribuïble als inputs no controlables; i la diferència fins que el valor estimat arribi a la unitat seria originat per l'efecte relatiu als inputs no controlables de cada DMU. Per tant, aquest valor mesura l'efecte sobre cada DMU de la restricció deguda al valor dels seus inputs no controlables.

¹⁴ Aquesta és la metodologia atribuïble a l'estructura de l'anàlisi de segona etapa.

Aquest autor justifica la modificació del model de H.O.Fried i C.A.K. Lovell (1996) perquè aquest model no dona una interpretació clara en relació amb la identificació de l'efecte de les variables no controlables en la descomposició del superàvit de l'input o *folga*¹⁵. Com afirma l'autor, la *folga* atribuïble a les variables no controlables és el valor que a la frontera s'incrementa al valor original dels outputs, i es disminueix als inputs, i que compensa l'efecte dels inputs no controlables.

Per acabar, l'autor resol la tercera etapa mitjançant la DEA que utilitza els valors ajustats d'outputs i inputs controlables per a cada DMU, i que resulten de l'avaluació de l'eficiència, i la corresponent classificació de les DMU després d'haver compensat l'efecte dels inputs no controlables sobre la producció.

Després de modificar d'aquesta manera els valors originals, Muñiz sosté que la *folga* de l'input que es detecti a la tercera etapa, amb el corresponent índex d'eficiència, respondrà únicament a una actuació tècnicament ineficient de la DMU.

H.Fried, C.A.K. Lovell, S.S. Fried i S.Yaisawarng (2002) en un treball conjunt afirmen que el comportament del productor és influït per tres fenòmens molt diferents:

- L'eficiència en la que el gestor de la DMU organitza les activitats productives.
- Les característiques de l'entorn en el qual les activitats productives es duen a terme.
- L'impacte positiu o negatiu de les variables omeses que es recolliria en un terme de pertorbació aleatori en el marc avaluador de la regressió que mesurés el comportament de la DMU.

Aquests autors proposen una tècnica que justifiqui tant els efectes aleatoris de l'entorn ocasionats pel comportament de les DMU com les pertorbacions estadístiques en el context de la DEA.

Amb l'objecte d'analitzar el comportament de la DMU en comparació amb el conjunt de variables de l'entorn, i seguint la tècnica d'altres autors, s'ha desenvolupat un

¹⁵ Aquest efecte seria tal que es restaria als inputs - i es sumaria als outputs- la component de la *folga* de l'input total corresponent a la ineficiència tècnica quan l'efecte que interessa compensar és el relatiu als factors no controlables.

programa en diverses etapes en el qual s'estudia l'efecte de la pertorbació estadística que no s'havia tractat en altres estudis.

Com a mesures apropiades del comportament dels productors en tot aquest anàlisi, l'èmfasi se situa en la valoració de les *folgues* dels inputs més que en els valors de l'eficiència real.

Com es sabut, fins ara, la majoria dels models DEA són deterministes, i per tant, aquests autors pretenen desenvolupar un model DEA del comportament del productor que contingui un element estocàstic dissenyat per aïllar l'impacte positiu d'aquells altres que es relacionen amb el comportament dels gestors i els impactes de l'entorn.

En conseqüència, aquests autors capten la influència de l'entorn en el marc d'un model estocàstic que recollirà l'anàlisi dels aspectes exògens amb la informació de les característiques ambientals associades, les dades d'inputs i outputs, així com també el desenvolupament d'un model que incorpori aquelles característiques en el procediment avaluador del comportament de la DMU.

El model DEA de tres etapes que proposen H. Fried, C.A.K. Lovell, S.S. Fried i S.Yaisawarng (2002) respon a la següent seqüència analítica següent:

A la primera etapa, s'aplica la DEA a les dades input i output per obtenir una avaluació inicial del comportament del productor. Aquesta avaluació no proporciona ni els impactes de l'entorn operatiu ni el soroll estadístic del comportament de les DMU.

A la segona etapa, s'utilitza l'anàlisi de la frontera estocàstica (SFA) per atribuir la variació del comportament del productor de la primera etapa als efectes ambientals, la ineficiència administrativa i la pertorbació (soroll) estadística.

L'objectiu de l'anàlisi d'aquesta segona etapa és descompondre les *folgues* dels inputs de la primera etapa en aquests tres efectes: influències ambientals, ineficiències administratives i pertorbació estadística.

L'estructura de la segona etapa és un conjunt de regressions, una per a cada input, en el marc de l'anàlisi de la frontera estocàstica, en les quals la *folga* o superàvit de

cada input de la primera etapa es *regressat* contra les variables ambientals i un terme d'error compost. L'estructura d'aquestes fronteres reflecteix la direcció i la intensitat de l'impacte de cada variable ambiental en la *folga* de cada input. L'estructura dels termes de pertorbació associats amb aquestes fronteres reparteix les *folgues* dels inputs entre la pertorbació estadística i la ineficiència administrativa.

L'SFA captura i distingeix els efectes d'ineficiència administrativa i pertorbació estadística. El principal avantatge d'utilitzar l'SFA en la segona etapa és que el seu terme d'error és asimètric. En conseqüència, proporciona l'efecte en la primera etapa de les *folgues* dels inputs corresponents a les variables ambientals (els regressors), la ineficiència administrativa¹⁶ (el component d'error asimètric) i la pertorbació estadística (el component d'error simètric).

En resum, l'objectiu de la segona etapa és explicar la variació del comportament de la primera etapa en termes de les tres característiques observables ambientals, la pertorbació estadística i la ineficiència administrativa.

A la tercera etapa, s'ajusten els inputs o outputs dels productors d'una manera que es proporcionin els efectes ambientals i el soroll estadístic no coberts en la segona etapa. La reavaluació del comportament del productor en aquesta etapa, proporciona mesures millorades de l'eficiència administrativa, atès que les dades tant dels efectes ambientals com de la pertorbació estadística han estat sanejades en la regressió definida per l'SFA en la segona etapa.

La tercera etapa de l'anàlisi és el model DEA determinista estàndard, i es fonamenta en els outputs convencionals i els inputs ajustats.

¹⁶ Algunes DMU podran afrontar l'ambient extern millor que altres, i alguns inputs són més fàcils d'ajustar que altres. Els termes d'ineficiència administrativa capturen aquestes diferències, ja sigui mitjançant les DMU com dels inputs.

3.6.2.- L'aplicació dels mètodes no paramètrics a la mesura de l'eficiència en les indústries aeroportuàries

La base de partida és doble.

D'una banda, es troben els autors D.Guillen i A. Lall (1997) que desenvolupen les mesures de la productivitat i el comportament dels aeroports com una aplicació de la DEA. En particular, van desenvolupar les mesures de productivitat per als edificis terminals de passatgers o de càrrega aèria i les operacions de l'anomenat costat aire de l'aeroport. Les mesures del comportament són tot seguit utilitzades en una regressió Tobit en la qual s'inclouen les variables estructurals i mediambientals. Els resultats de la regressió proporcionen un índex de comportament, i també identifiquen quines de les variables són controlades pels gestors i quina és la importància relativa de cada variable.

P.G. Hooper i D.A. Hensher (1997) prenen com a referència el fet que el Govern australià, amb la finalitat de millorar el comportament financer dels aeroports, va donar un gran impuls envers la corporatització i la privatització dels aeroports, van argumentar que el comportament dels aeroports no únicament pot dependre de la seva rendibilitat en la gestió, sinó que aquesta és associada al poder del mercat que, al seu torn, és un signe de l'eficiència productiva. Això fa tenir present el cost d'eficiència, el cost efectivitat i el servei efectivitat dels aeroports.

Els autors van utilitzar el mètode d'un número índex no paramètric per il·lustrar com aquesta mesura global pot ser utilitzada per investigar el paper de les mesures de comportament desagregades que, sovint, són molt útils als gestors i aquells que dirigeixen les operacions aeroportuàries.

En aquesta mateixa orientació, Th Oum, Ch Yu i X Fu (2003) van dur a terme una anàlisi comparativa de l'eficiència productiva dels aeroports més grans del món. Després de calcular el factor de productivitat brut van analitzar, a més, el mateix índex per models de regressió. Tot seguit, va calcular l'índex de productivitat residual després de substituir els efectes que, en gran part, se situen més enllà del control del gestor. Els resultats van mostrar que els grans aeroports aconseguixen índex de productivitat més elevats a causa de les economies d'escala en les operacions

aeroportuàries, no necessàriament perquè siguin més eficients que els aeroports més petits. Dels aeroports amb un percentatge més alt de trànsit internacional s'espera que obtinguin uns nivells de productivitat més baixos.

Els autors afirmen que l'estructura de la propietat d'un aeroport no sembla tenir cap efecte estadísticament significatiu en el comportament de la seva productivitat; a més els aeroports amb un elevat grau de satisfacció dels passatgers no apareixen obtenir una productivitat més baixa. Sorgeix també la particularitat que els aeroports que expandeixen i diversifiquen les activitats no aeronàutiques, com les concessions i altres serveis comercials, és probable que aconseguen un més alt nivell del índex o factor de productivitat total; de la mateixa manera, en els aeroports congestionats s'espera que tinguin un nivell del factor més alt, tot i que implicarà retards als passatgers i a les aeronaus.

Els autors Th. Oum, Ch. Yu (2004) han presentat l'eficiència operacional de les mesures del comportament aeroportuari. En el context de l'objectiu de la base comparativa de dades de Air Transport Research Society, s'han comparat i mesurat el comportament de diversos aspectes importants de la gestió i operació aeroportuària com la productivitat, l'eficiència, els costos unitaris i els costos de competitivitat, i els resultats financers. L'estudi se centra en els factors de productivitat variables dels aeroports, després d'eliminar els efectes de les variables que no són controlables pels gestors. En el procés s'identifiquen els efectes de diversos factors que influeixen en el factor de productivitat variable de l'aeroport, i calculen un índex *residual* com un indicador de l'eficiència de les operacions aeroportuàries.

D'altra banda, hi ha els autors que cerquen obtenir una certa orientació de les mesures de l'eficiència per mitjà de l'aplicació de la DEA per a mesurar l'eficiència tècnica i el comportament individual de cada aeroport individual en el si d'una xarxa. L'objectiu és extreure les consideracions oportunes de la política aeroportuària en relació amb el procés de privatització de la indústria. Aquest és el cas dels treballs d'un grup d'estudis de transport de la Universitat de Westminster(2000) sobre la mesura de l'eficiència als aeroports, i de J.C. Martín i C. Román (2001) en relació amb al sistema aeroportuari espanyol. En relació amb el primer, el grup presenta el

paquet de resultats d'un conjunt d'aeroports europeus i australians utilitzant les tècniques no paramètriques DEA i FDH (Free Disposal Hull Analysis).

La conclusió principal de l'anàlisi és que atesa l'especificació d'inputs o outputs, els aeroports australians semblen aconseguir uns nivells més grans d'eficiència que els aeroports europeus. Aquest aspecte fou examinat per garantir l'anàlisi de l'eficiència per dos sistemes: calculant l'eficiència utilitzant la mostra comuna d'ambdós, i calculant-la per separat per a cadascun dels dos subconjunts. Els autors apunten com possibles explicacions el marc regulatori i la planificació estructural de les indústries en ambdós continents.

E. Pels, P. Nijkamp i P. Rietveld (2001) van calcular, utilitzant la DEA les ràtios eficients pels aeroports europeus. El resultat obtingut reflecteix que els aeroports més importants estan operant sota rendiments a escala creixents, i aquest fet és també reflectit en el tamany d'escala més productiva dels aeroports.

E. Fernandes i R.R. Pacheco (2002) van aplicar la DEA per tal de determinar quins dels aeroports domèstics brasilers varen fer servir els seus recursos eficientment en termes del nombre de passatgers gestionats, i quins van oferir superàvits en termes de facilitats ofertes i en quina proporció. En aquest context, sobre la base de la prognosi dels passatgers, van determinar, per cada aeroport els períodes en què a causa de l'expansions de capacitat seria necessari mantenir els serveis en els estàndards que en l'actualitat són percebuts per als passatgers.

El treball de M. Bazargan i B. Vasigh (2003) presenten una anàlisi de la productivitat utilitzant la DEA per a una selecció de 45 aeroports comercials dels EEUU classificats en grups de 15 segons tres categories: grans, mitjans i petis *hubs*. Van fer servir dades operacionals i financeres com el moviment d'aeronaus, el nombre de passarel·les d'embarcament, el nombre anual de passatgers embarcats, la capacitat anual de la pista de vol i els ingressos. Inicialment, per mitjà de la DEA, es van analitzar, per a cada grup, les mesures de l'eficiència i el comportament dels aeroports i la seva correspondència creuada entre cadascun i amb posterioritat, es van identificar aquells aeroports que no són eficients i, per tant, son *dominats* per altres aeroports que són més eficients.

J.Sarkis i S.Talluri (2004) van analitzar el fet que l'eficiència de l'operació aeroportuària és crítica per a la millora de les actuacions de les aerolínies i dels transportistes aeris en general. L'estudi d'aquests autors se centra en l'avaluació de les eficiències operacionals dels 44 aeroports més grans dels EEUU per mitjà de models no paramètrics multicriteri al llarg de 5 anys. Els resultats de l'eficiència es tracten per un mètode de *clustering*, que identifica les dades comparatives per tal de millorar els aeroports amb un comportaments més pobre. Les mesures de l'eficiència es fonamenten en 4 factors que inclouen els costos operacionals, el nombre d'empleats de l'aeroport, les portes d'embarcament i el nombre de pistes de vol i 5 outputs: els ingressos operacionals, el flux de passatgers, els moviments d'aviació comercial i general i el transport de càrrega aèria.

Per últim, M.M Yu(2004) amb l'objectiu de fer compatible el creixement de l'eficiència, en el marc desitjable de creixement del moviment de passatgers i aeronaus quan es fan us dels recursos aeroportuaris disponibles en l'actualitat, accepta al mateix temps els outputs no desitjables i els factors mediambientals. Yu utilitza tres tipus de mesures d'eficiència en el context de l'anàlisi DEA orientat a l'output: l'eficiència convencional, l'eficiència ajustada mediambiental i l'eficiència ajustada mediambientalment no desitjada incorporada als models DEA. Els resultats indiquen que els aeroports existents poden processar més que el que van fer al 2000 i, per tant, l'expansió de facilitats no pot ser necessària.

CAPÍTOL IV.
L'APLICACIÓ EMPÍRICA.

ÍNDEX.

4.1.- Projecció de la metodologia sobre l'aplicació. Objectius	117
4.2.-La justificació de l'elecció de les unitats de presa de decisions.....	123
4.3.- Estructuració de les variables definitòries de la producció d'una indústria aeroportuària.....	130
4.4.- Desenvolupament de l'aplicació pels inputs discrecionals	143
4.4.1.- Anàlisi de la sensibilitat dels resultats.....	145
4.4.2.- Conclusions.....	182
4.5.- Desenvolupament de l'aplicació pels inputs no discrecionals.....	184
4.5.1. Anàlisi de la sensibilitat dels resultats	186
4.5.2.- Conclusions.....	226
4.6.-Desenvolupament de l'aplicació pels inputs de caràcter qualitatiu.....	228
4.6.1. Anàlisi de la sensibilitat dels resultats	243
4.6.2.- Conclusions.....	245
4.7.-La comparació de l'eficiència entre diferents activitats.....	247
4.7.1.- Conclusions.....	254
4.8.-La comparació bilateral.....	255
4.8.1.- Conclusions.....	263

4.1. Projectió de la metodologia sobre l'aplicació. Objectius.

L'art de la gestió per a la mesura del comportament d'un sistema és el resultat de la síntesi d'un procés de decisió i control. Qualsevol organització és un sistema d'interconnexió que requereix controls i comprovacions integrades. En certes situacions en el marc d'una primera etapa de la metodologia, pot tenir un paper important el comportament d'un grup d'unitats quan s'avaluen amb la DEA. El valor de la contribució dependrà de com l'anàlisi és planteja, o de com els resultats s'integren amb la resta dels elements bàsics d'informació sobre la gestió.

El marc dels objectius de l'exercici d'avaluació del comportament ha tingut en compte tant els rols i els objectius de la indústria en general com els rols i els objectius de les unitats de presa de decisions.

Per començar, cal definir el rol i els objectius de les DMU. Aquestes definicions poden incloure, per exemple, reduir costos, incrementar les *Work Load Units* (WLU)¹⁷, identificar els millors i els pitjors executors, investigar les estructures organitzacionals de les DMUs etc.

És en el context de la DEA que es produeixen mesures d'eficiència comparativa i és rellevant en situacions que contenen un nombre d'unitats comparables.

L'anàlisi metodològica consisteix, en un primer esglaió, en definir les unitats de presa de decisions, és a dir, els aeroports com a indústries aeroportuàries i al mateix temps definir el seu rol. El rol ha de ser, determinat en el context de l'organització global del servei, i en el seu conjunt és determinat per regla general pel seu pla estratègic. A escala d'aquestes dues definicions, les qüestions a respondre són: la DMU, a què es dedica?. I a qui es serveix?.

En el següent esglaió s'identifiquen els objectius. D'entrada, l'organització es fonamenta en un conjunt d'indústries aeroportuàries de diferent tamany i tipologia (pública, privada, mixta) i en el marc de les més diverses ubicacions geogràfiques i entorns soci econòmics.

¹⁷ Unitat de càrrega de pagament transportada equivalent a un passatger o 100 kg de càrrega aèria.

El rol de les indústries aeroportuàries s'encaixa per mitjà de la facilitació d'un rang complet d'actuacions que determinen l'eficiència per unitat de WLU transportada. En aquest context, els objectius deriven directament del seu rol, és a dir, es facilita un rang complet d'actuacions i es pretén aconseguir un comportament eficient per a la indústria.

Tot seguit s'inicia l'execució d'un exercici pilot. En primer lloc, són diversos els factors que afecten a l'elecció del conjunt de DMU entre els quals se subratlla aquelles que en l'opinió dels experts cobreixen el rang de serveis que poden efectuar els executors. En segon lloc, es fa necessari disposar d'un nombre suficient d'unitats per dur a terme una anàlisi de suficient amplitud. El nombre mínim d'unitats que haurien de considerar-se seria prop de vint. De fet, és escassament suficient, especialment si és necessari incloure molts factors a l'anàlisi. Per aquest motiu, es creu que disposar d'un nombre superior facilitarà l'obtenció de la informació idònia en relació amb el comportament dels respectius factors productius.

El següent pas és elegir els outputs. En aquest àmbit, les unitats de presa de decisions elegides ha de mantenir-se segons els objectius que es determinin. Per començar, la tasca d'elegir els factors cal situar-la en un conjunt d'objectius unitaris que inclouen:

- Mesures i instruments disponibles per al servei al client.
- Gestió del subsistema de moviment d'aeronaus
- Gestió dels subsistema d'activitats aeroportuàries (incloent passatgers i càrrega aèria.)

Per a qualsevol organització la seva regla d'or és elegir els factors que abastin la gamma global de les activitats que comprometen les DMU. Les preguntes que cal respondre són, llavors, qui rep els productes o serveis de les unitats?. I com poden mesurar-se aquests productes o serveis?. La resposta a la primera qüestió se centra en el context de considerar el client, l'usuari, que estarà esperant el rang complet de serveis. La resposta a la segona qüestió respon a la consideració que els gestors de les indústries tenen com a comú denominador la recerca de beneficis.

Els outputs són, llavors, manifestacions tangibles de treball directament relacionades amb les DMU. Tot seguit s'elegeixen els inputs.

En tant que els outputs són les mesures resultants assolides sobre les unitats, els inputs són els factors que poden tenir un caràcter intern o controlable, és a dir, els factors del procés productiu, i també els que tenen un caràcter extern o de l'entorn no controlable. L'objectiu ha estat proporcionar totes els mecanismes que ajudin o entorpeixin la producció dels outputs que, a la pràctica, impliquin inversions financeres en personal, equipaments i facilitats. Tant per a l'organització dels serveis com per la consecució de beneficis és raonablement clar elegir factors relacionats amb el nombre de personal que al seu torn estiguin dotats d'experiència i habilitat.

Algunes unitats capten de fet algun input, el processen i de nou se'n desprenen. És a dir, l'estat d'aquest input arribarà a afectar la qualitat de l'output final. Per exemple:

- Les assistències tècniques (que formaran part de l'aplicació)
- Mesures de productivitat parcial
- Comportament global de l'aeroport.

Finalment, hi ha factors ambientals (o de l'entorn) que tenen un gran abast o importància de com cada unitat actua. Per exemple:

- Perfil empresarial de la indústria (que formaran part de l'aplicació)
- Capacitat operativa del subsistema de moviment d'aeronaus (que formaran part de l'aplicació)
- Facilitats del subsistema d'activitats aeroportuàries (que formaran part de l'aplicació)
- Intermodalitat
- Localització d'un aeroport proper
- Antecedents socioeconòmics dels clients principals – les companyies aèries-.

Un punt important ha estat la recollida de dades. De fet, ha constituït el primer gran obstacle. La qüestió més decisiva en aquest camp s'ha basat en el fet que per a un nombre important de factors no s'accedeix fàcilment a dades. A més, tot i que algunes dades únicament es presenten localment i, per tant, no sempre de manera consistent a través de les organitzacions. Les alternatives possibles que han emergit d'aquesta situació són:

- la selecció del llistat de dades i el seu tractament, i la interpretació de la recollida de dades. Tot seguit, va ser necessari treure de la llista aquells factors que va ser difícil recollir les dades. Fins i tot, després d'aquesta racionalització la llista ha resultat massa extensa i un exercici complet de recollida de dades es va portar a terme.

En aquest context, hi ha factors pels quals les dades són incompletes i, a més, hi ha un o més factors en què les dades, a partir d'altres factors, es relacionen en diferents escales de temps o períodes.

S'han renunciat als factors que presenten grans *gaps* en les dades. Aquest ha estat un dels motius, entre d'altres, pel qual s'ha iniciat l'estudi en el període en el qual el sistema de recollida de dades fos complet.

En l'establiment d'un model DEA és important definir clarament quins factors són els inputs i quins els outputs. Això, que sembla obvi, no sempre és així, en particular en el sector de serveis que és el que ens ocupa. L'objectiu ha estat assegurar que en qualsevol camí en el valor de l'input es pugui reflectir la direcció correcta tant si ha hagut o no cap canvi en cada output.

La DEA- Solver Software utilitzada és la proporcionada per Cooper, Seiford i Tone "DEA, autors de *A Comprehensive Text with Models, Applications & References*" que en una primera etapa calcula les correlacions entre cada factor input i els outputs i tots els altres factors entre si. Un resultat addicional d'aquesta tècnica hagués identificat els factors inputs altament correlacionats amb altres factors inputs i similarmet pels outputs.

Aquest treball ha servit per reduir el nombre de factors, tot i que s'ha tingut en compte per assumir que una correlació matemàtica impliqui automàticament una correlació causal o lògica. Completats aquests darrers passos, la dinàmica del

model, que inclou l'elecció dels factors i l'anàlisi de les dades inicials, ha estat un procés iteratiu en què cada cas, resta expressat pel nombre de rèpliques del programa.

En la primera aplicació de la DEA es va fer a l'anàlisi de sensibilitat de les dades i la interpretació dels resultats. El seu exercici detallat va formular preguntes sobre la construcció del model. Això va implicar el disseny d'estructures alternatives, canviant el nombre i la mescla de factors, fins que s'ha arribat a un equilibri que facilita una avaluació del seu comportament de manera ampla i equitativa.

En l'apartat 3.4. del capítol III es va expressar com una vegada estudiat per mitjà de la DEA l'eficiència de les DMU i comprovada l'existència d'ineficiència, convenia escatir els motius pels quals hi ha DMU més eficients que d'altres.

En aquest context, es formulava una aproximació a l'anomenat anàlisi multietàpic amb l'objectiu de determinar l'afecció sobre l'eficiència de les indústries dels inputs que no són sota el control de l'empresa, i de les anomenades variables ambientals.

Amb el propòsit de culminar la possible afecció que sobre el comportament de les indústries tenen aquestes darreres variables del procés productiu, s'ha seguit *conjunturalment* una metodologia que determini tant el grau de significació dels inputs no discrecionals com l'obtenció de nous índex d'eficiència que, comparativament amb els índex d'eficiència DEA obtinguts d'antuvi, determini el grau d'ineficiència detectada, tant l'atribuïble als inputs discrecionals com la que és responsabilitat dels inputs no discrecionals.

En resum, es pretén dur a terme l'anàlisi envolupant de dades en el marc dels rendiments a escala constant, i en el context de l'orientació input de quatre (4) factors productius discrecionals amb l'objectiu d'analitzar el comportament eficient de les explotacions que són resultat de l'obtenció de tres (3) outputs en el quadrienni comprés entre 2001 i 2004.

En segon lloc, es vol escatir si els inputs no controlables de caràcter quantitatiu afecten el comportament de les indústries aeroportuàries tenint en compte les diferents aproximacions que expressa la metodologia no paramètrica.

En tercer lloc, s'assajarà el comportament de les indústries segons la tipologia de la propietat, majoritàriament pública o privada i de la seva participació accionarial en

altres aeroports. Aquest assaig es durà a terme en el context del tractament ordinal de les variables qualitatives o mediambientals.

Per últim, es pretén efectuar la comparació de l'eficiència entre activitats que especifiquin el comportament de les indústries majoritàriament públiques o privades.

4.2.- La Justificació de l'elecció de les unitats de presa de decisions.

Sobre les unitats de presa de decisions (DMU) es plantegen les qüestions següents:

D'entrada, el fet que la magnitud dels seus outputs i, en concret les WLU i els ATM responguin a una etapa concreta de la singladura en el procés privatitzador de la gestió aeroportuària.

Els motius pels quals es justifica la mostra elegida respon als criteris següents:

En primer lloc, el concepte comparatiu que es pretén dur a terme per a l'estudi de l'eficiència mitjançant la DEA no ha comportat l'elecció de la major part dels aeroports *top 50* del món, en termes de WLU, ja que l'anàlisi estaria molt esbiaixat per molts factors exògens que van més enllà dels factors endògens que s'estudien.

En efecte, en l'actualitat el fenomen de la desregulació de la gestió aeroportuària que és d'abast mundial, tant en l'àmbit europeu com en el dels EEUU, és la conseqüència del fenomen de la desregulació del transport aeri iniciat anteriorment i que ha impulsat la competitivitat d'aquesta naixent indústria; no deixa de ser significatiu que, en aquells aeroports on més està incidint el paper *hub and spoke*¹⁸ de les aliances aèries, es generin més WLU. És aquest un dels principals motius pel qual no s'han considerat aquests aeroports ja que el tractament dels factors productius, en el marc d'un comportament eficient de les indústries, no ha de dependre del fet que els aeroports siguin captius de la maquinària de generar destinacions i freqüències de les companyies aèries cap a tot arreu per dominar la indústria del transport aeri.

En aquest marc operatiu, ha estat impossible als aeroports *hub* europeus restar les quantitats d'outputs procedents d'aeroports secundaris¹⁹ per determinar el seu propi comportament eficient.

A l'àmbit europeu, s'ha volgut imposar la no afecció del transport aeri sobre la indústria aeroportuària. L'estudi dels aeroports com a unitats de gestió han de defugir del fet que les aliances aèries existents estableixin el seu *hub* a aquests

¹⁸ És el sistema operatiu utilitzat per les aerolínies que consisteix en la concentració de la WLU a un aeroport *hub*, on es distribueix i embarca en diferents aeronaus fins la seva destinació final o fins el següent punt de la singladura de transport.

¹⁹ S'entén per aeroports secundaris a Europa els que no són seus dels *hubs* principals de les grans aliances aèries però que gaudeixen d'instal·lacions que els fan aptes per tenir vols intercontinentals.

aeroports i, per tant, les DMUs elegides no hi havien d'estar condicionades per la gestió de les aerolínies. Es sabut que a Europa el procés cap a la desregulació dels aeroports es va enfrontar amb el paper centralista des estats en relació amb la gestió dels seus respectius aeroports. Quan, a finals de la dècada dels vuitanta, va tenir lloc a Gran Bretanya la creació de la British Airport Authority (BAA) es va iniciar des d'aquell moment el llarg camí per a la transformació dels aeroports en unitats gestores descentralitzades i la consegüent creació d'indústries aeroportuàries.

Aquest és el primer motiu pel qual no s'han tingut en compte, tret de comptades excepcions, els aeroports en els quals, en l'àmbit dels conceptes que integren les WLU, passatgers i càrrega aèria transportada, han superat els 20 milions de passatgers i un milió de tones de mercaderies.

En aquest context, als EEUU no es consideren, des del punt de vista dels passatgers, els aeroports següents:

Atlanta, Chicago, Los Angeles, Dallas, Denver, Phoenix, Las Vegas, Houston, Minneapolis, Detroit, San Francisco, Miami, Newark, JF Kennedy, Seattle, Orlando,, St. Louis, Philadelphia, Charlotte, Boston, La Guardia, Cincinnati, Honolulu, Baltimore i Salt Lake City.

A Europa, Heathrow, Frankfurt, Charles de Gaulle, Schiphol, Gatwick.

A Àsia, Haneda (Tokio) Bangkok, Singapur, Beijing, Seul i Taipei.

En relació amb la càrrega aèria transportada tampoc es consideren aquells aeroports que superen l'esmentada quantitat, tret dels aeroports de Hong Kong i Narita, entre els quals cal esmentar: Memphis, Louisville, als EEUU, Osaka, Kuala Lumpur, Xangai i Manila a Àsia.

En segon lloc, per reafirmar la no elecció d'aquests aeroports dels EEUU, molts dels quals són la seu operativa principal de les companyies aèries americans, American Airlines, Delta, Continental, US Airways, etc. S'entén que aquesta circumstància distorsiona el marc comparatiu que pretén ser objecte aquesta investigació, ja que, entre altres condicionants, les despeses operacionals laborals i no laborals són absorbides per les companyies.

En tercer lloc, l'èxit en la recerca de dades no ha estat uniforme, sobretot als aeroports asiàtics en què s'han assolit completament. Aquest és el cas de molts aeroports asiàtics, com els de Bangkok, Singapur, Beijing, Xangai, Seul, Manila i Taipei i Osaka. Mentre que, pel mateix motiu, no s'han obtingut totes les dades als aeroports europeus de Finlàndia, Suècia i Portugal. Dins d'aquest apartat, es troben també els aeroports de Paris, els espanyols i els de Malàisia, però en aquest cas, pel motiu que els seus informes anuals no apareixen les dades desagregades per aeroports.

En quart lloc, i amb la finalitat de tenir una ampla gamma de sistemes aeroportuaris i /o aeroports, s'ha diversificat intencionadament la dimensió geomètrica i la ubicació geogràfica dels aeroports. Amb aquest objectiu, es pretén tenir en compte que les diferents possibilitats que la indústria aeroportuària pot, en relació amb l'eficiència tècnica, oferir en el corresponen *benchmarking*. Com es veurà, quan es presentin els resultats de l'aplicació, unes grans dimensions geomètriques de l'edifici terminal o del centre de càrrega, poden condicionar en un sentit o altre els índexs d'eficiència, independentment dels consums dels inputs utilitzats. No obstant això, unes dimensions similars o proporcionals del camp de vol en relació amb el nombre de pistes de vol o plataforma d'estacionament d'aeronaus implica que el nombre anual de moviment d'aeronaus sigui similar i, en definitiva, no aporten cap poder discriminatori

El que és realment important és escatir si una indústria, per mitjà de la utilització correcta dels seus factors productius, obté els nivells d'output que li permetin assolir, quan s'apliqui la DEA, el nivell d'eficiència tècnica que li pertorqui.

Més específicament, el grup d'aeroports australians i canadencs elegit obeeix a un procés desregulador endegat pels seus respectius governs. D'Àsia, dos aeroports: el de Hong Kong i el de Narita, són dues noves instal·lacions on s'han tingut en compte els factors productius els quals han hagut d'estructurar-se sobre la base de les prognosis estimades pels seus plans estratègics. Dels EEUU s'han elegit els aeroports de la capital federal pel causa de la singularitat, basada no únicament en la seva autoritat aeroportuària delegada del Govern federal, sinó també en la seva especialització segmentada en el mercat interior i internacional. Indianapolis és també una singularitat en el mercat americà, capdavanter en el mercat mundial de la

càrrega aèria, 18è, del món però, en canvi, amb un transport de passatgers de 10 milions anuals que comparativament, si es mesura a escala europea, no és menyspreable. Per últim, i en el marcat americà, s'ha elegit, ASUR, empresa aeroportuària que ha assolit i gestiona el control de la propietat de 10 aeroports del sud-oest de Mèxic.

La mostra d'aeroports europeus elegits es basa en diferents motius, tipus de propietat i localització geogràfica. En el primer cas, l'elecció és marcada per diferents graus de desregulació i pel que fa a la seva ubicació s'ha pretès agafar dos o tres aeroports del mateix Estat.

Pels motius exposats, en els paràgrafs anteriors, s'ha fet l'elecció de diferents aeroports secundaris, europeus i d'altres continents, de diferents magnituds d'outputs, WLU, moviments anuals d'aeronaus, i ingressos no aeronàutics que poden constituir una base comparativa suficientment discriminatòria pel càlcul de l'índex d'eficiència tècnica.

Les indústries aeroportuàries elegides són les següents:

✚ D'Àsia i Oceania:

- ✚ HKIA (Hong Kong)
- ✚ NARITA A A (Tòquio)
- ✚ APACLtd. (Melbourne)
- ✚ AUCKLAND IALtd
- ✚ BRISBANE ACLtd
- ✚ WACLtd PERTH
- ✚ SYDNEY ACLtd.

✚ D'Amèrica del Nord:

- ✚ ADMTL (Montreal)
- ✚ CALGARY A A
- ✚ GTAA (Toronto)
- ✚ OTTAWA IA
- ✚ VIAA (Vancouver)
- ✚ ASUR (Aeroports del sud – oest de Mèxic)
- ✚ INDIANAPOLIS A A
- ✚ MWAA NATIONAL (Washington)
- ✚ MWAA DULLES (Washigton)

✚ D'Europa:

- ✚ AD ROMA SpA
- ✚ SAGA TORINO SpA
- ✚ AD FIRENZE SpA
- ✚ DUBLIN AA
- ✚ BRUSSELS IAC
- ✚ COPEN. AIRPORTS A/S
- ✚ OSLO F A/S
- ✚ CZECH A A
- ✚ BAA STANSTED
- ✚ MANCHESTER AG Plc.
- ✚ F MÜNCHEN GmbH
- ✚ F HAMBURG GmbH
- ✚ AI GENÈVE
- ✚ UNIQUE ZURICH A
- ✚ F WIEN AG
- ✚ ATHENS IA

L'atractiu de les unitats de presa de decisions de la mostra respon a la situació de ser considerades monopolis locals i també a la constatació del fet que alguns dels aeroports han elegit, amb més o menys mesura, iniciar el camí de la gestió privada. Des d'aquest punt de vista, tant el subconjunt d'aeroports asiàtics i d'Oceania com bona part dels europeus i d'Amèrica del Nord, han establert les quotes de participació del capital ja sigui en un context totalment públic i local, des del punt de vista territorial, ja sigui mixt o privat.

Per tant, es pretén que l'elecció dels aeroports secundaris europeus i els dels altres continents duta a terme respon als avantatges d'una mostra tan diversificada com sigui possible. Des d'aquest punt de vista, quan s'esmentin els aeroports de la mostra no significa que es tractin d'unitats individuals, tot i que en alguns casos ho seran, sinó de sistemes aeroportuaris que tinguin el nom de l'aeroport principal i l'especificació empresarial de l'accionariat que exerceixi la corresponent representació.

En aquest context, quan una indústria aeroportuària sigui el resultat agregat de més d'un aeroport es considerarà a efectes dels inputs emprats i els outputs obtinguts que l'aeroport base o capdavanter exerceix la representació de tot el conjunt si els resultats de la producció obtinguda se situen a un nivell per sobre del 80% o superior. A l'annex A, Indústries aeroportuàries, s'enumeren i es defineixen tots els

aeroports de la mostra elegida. En aquest annex se subratlla tant el seu tipus de gestió com la propietat del capital, pública, mixta o privada.

Cal fer un esment especial dels períodes utilitzats. En relació amb els objectius de la investigació, no s'ha considerat escaient fer servir un horitzó temporal superior als quatre anys, ja que de la informació dels períodes precedents al considerat no hi havia cap explicació addicional que enriqueís el coneixement del mode de comportament de les indústries considerades, a causa que determinats factors exògens i, fins i tot els derivats dels cicles econòmics locals haguessin pogut desdibuixar la informació continguda i la que es derivés dels inputs emprats en el procés productiu.

A més, perquè l'evolució del procés de canvi dins d'aquest període quadriennal ha comportat també l'aprovació d'un nou pla estratègic per a cada indústria, tant si la indústria ha canviat de propietat passant de mans públiques a privades, o ha continuat en mans públiques.

En diferenciar de manera individual cada any s'ha volgut demostrar que les indústries que ja havien conclòs el procés de canvi, o que estaven a punt de cloure l'adaptació a una nova situació, han resultat eficients.

Per tant, es pot afirmar que les mesures pròpies de l'activitat corresponents a elements quantificables pertanyen a un conjunt de DMU representatiu d'aeroports secundaris europeus, americans, asiàtics i d'Oceania que són indicatius de comportaments ben diferenciats per raó geogràfica, empresarial(accionarial) i de tipologia (unitària o múltiple).

D'aquests tres factors s'espera, d'antuvi, treure algunes conclusions en el darrer capítol.

Com s'ha esmentat anteriorment, les mancances més importants de les DMU són les derivades de l'absència de dades, sobretot en les components dels inputs, o de l'absència informativa temporal d'alguna de les indústries del grup d'indústries elegides o, fins i tot, com a resultat de no ser públiques les informacions desagregades que es requereixen.

En aquest context, s'inclouen el conjunt d'aeroports format per unitats igualment importants. En efecte, quan la informació sobre els consums dels seus inputs o els resultats obtinguts en relació amb els ingressos no aeronàutics no són desagregats no s'ha pogut investigar el seu comportament des del punt de vista de l'eficiència.

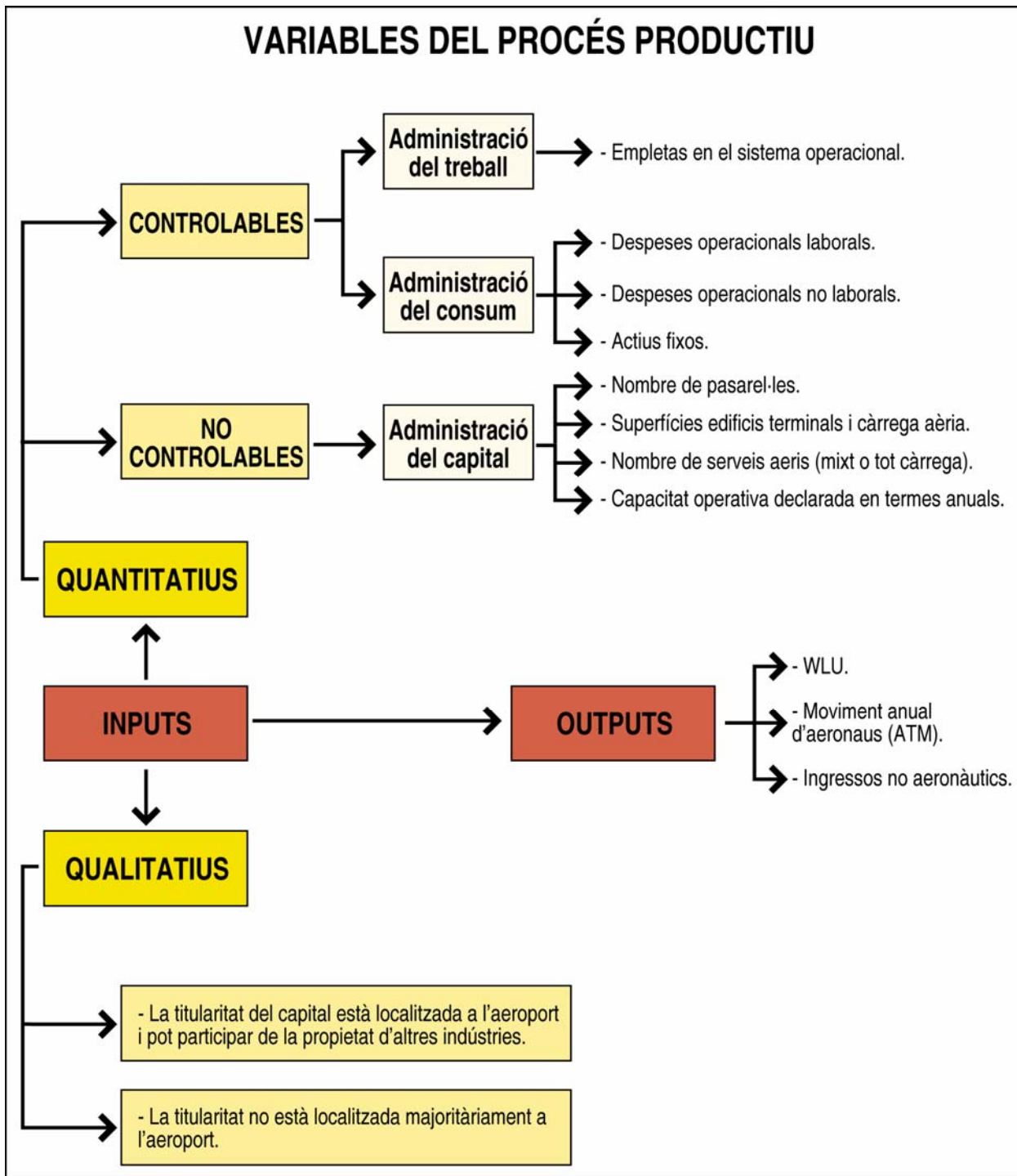
4.3.- Estructuració de les variables definitòries de la producció de la Indústria aeroportuària

L'objectiu de l'aplicació ha estat d'analitzar l'eficiència de les indústries aeroportuàries sobre la base de l'activitat de les indústries i, per tant, és el resultat de l'aportació del conjunt de variables que cada indústria incorpora al procés productiu.

L'activitat de les indústries aeroportuàries objecte de l'anàlisi estableix una combinació de factors productius, és a dir, dels serveis als aeroports que tenen com a resultat l'obtenció del producte aeroportuari.

En l'àmbit no paramètric, la modelització de la "*funció de producció*" se centra en la determinació dels outputs resultants i dels inputs que es necessiten per obtenir-lo.

L'esquema 4.1 representa la funció de producció elegida.



Com a resultat de l'activitat, la funció de producció és el resultat de l'obtenció de tres productes. Els tres outputs de la funció multiproducte són: les *Work Load Units* (WLU), els moviments d'aeronaus anuals de les aerolínies (ATM) i els ingressos no aeronàutics (INOA) i la seva justificació és la següent:

- **Les unitats de càrrega transportada (WLU).**

Per bé que la literatura utilitza outputs equivalents com els ingressos aeronàutics, s'ha pres la decisió de no utilitzar-los. En efecte, els ingressos aeronàutics són el resultat de comptabilitzar:

1. Taxes d'aterratge. És el preu pagat per una companyia aèria per l'aterratge d'un avió en un recinte aeroportuari. Aquest preu és funció del pes màxim en l'enlairament certificat pel fabricant de l'aeronau i especificat en el seu manual d'operació de l'aeronau. Per aquesta aplicació, aquest concepte resta molt relativitzat ja que l'espectre de la mostra, com s'ha exposat anteriorment, és molt heterogeni i des d'aquest punt de vista no és comparable.
2. Taxes d'estacionament. És el preu pagat per una companyia aèria quan un avió roman estacionat en la plataforma d'estacionament per un temps superior al que d'antuvi es determini. Aquest concepte tampoc és, en molts aeroports de la mostra, homogeni, ja que depèn, entre altres factors, de l'hora del dia punta o vall o del pes. Els altres conceptes que s'exposen tot seguit no són del tot significatius ja que el preu del querosè varia d'una indústria a una altra i la tarifa d'utilització de les infraestructures també és molt heterogènia ja que varia sensiblement perquè que els aeroports de la mostra són de tamany molt diferent.
3. Concessió per a subministrament del combustible d'aviació. Aquest ingrés és el resultat de la concessió que rep l'autoritat aeroportuària pel dret d'ús d'una superfície destinada a l'emmagatzematge de combustible d'aviació, així com dels ingressos procedents del percentatge amb relació a la quantitat de carburant subministrat a les aeronaus.
4. Tarifa d'utilització de les infraestructures aeroportuàries per als passatgers. Són els ingressos procedents de la tarifa pagada per les companyies aèries en funció del nombre de passatgers embarcats en cada avió o arribats a l'aeroport.

- Aquest són els motius pels quals s'han utilitzat les *Work Load Unit* que és una mesura que combina els elements passatger i càrrega transportada d'un aeroport. Una WLU equival a un passatger o 100 kg de càrrega o correu (es prescindeix de la comptabilitat d'aquest últim). Inicialment va ser utilitzada per la

indústria del transport aeri. No obstant això, la indústria aeroportuària no ha tingut en alguns casos acceptació ja que en alguns aeroports l'element de càrrega és poc significatiu en terme de la càrrega addicional gestionada per l'aeroport (aquest és el cas de tres aeroports de la mostra com Ottawa, National a Washington i Florència).

No obstant això, es considera aquest output com una mesura neutral i que de manera global expressa el resultat de l'activitat de les indústries.

- **Els moviments d'aeronaus anuals de les aerolínies (ATM)**

Molts dels treballs consultats en la literatura utilitzen aquest output. La seva significació és doble. D'una banda, dona una idea del valor que per a les aerolínies té l'aeroport. Si bé es podria considerar que en el context de les indústries de l'aplicació, la utilització per les companyies dels aeroports de la mostra obeeix a raons exògenes que van més enllà de l'opinió que les empreses de transport aeri tinguin de la instal·lació aeroportuària. No obstant això, es podria donar el cas que aeroports similars, des del punt de vista de la geometria del camp de vol, tenen importants diferències des del punt de vista del output obtingut. D'altra banda, els ATM no són un objectiu de maximització si, de fet, no és acompanyat amb un trànsit potent d'aviació comercial. Per tant, interessa a les indústries que en el si de les quals es produeixen moviments equivalents tant de WLU com d'ATM. És a dir, quan en un aeroport hi hagi molta aviació corporativa i, per tant, pocs passatgers, significarà que la indústria s'aparta dels objectius estratègics que des del punt de vista empresarial determini el seu consell d'administració.

- **Els ingressos no aeronàutics**

Els ingressos no aeronàutics es componen de:

- a) Els ingressos comercials. Són ingressos comercials els que són resultat dels conceptes següents:

1. *Concession & concession rent*. Són els ingressos derivats per l'ús del dret de superfície o sòl o un altre propietat, transferida legalment per un govern o autoritat aeroportuària per a un ús específic. Així mateix, la *concession rent* és el pagament obtingut per l'ús d'un servei o equipament.
2. Percentatge variable establert i recaptat per les indústries aeroportuàries procedent de la venda al públic, en quantitats relativament petites dels productes existents dels concessionaris de comerços i botigues dels edificis terminals aeroportuaris i que, al seu torn, depenen de les agències, dels distribuïdors i, en general, del mercat de productes al detall.
3. *Duty and tax free shops*. Percentatge dels ingressos de la venda de productes dels concessionaris de les botigues lliures d'impostos existents als edificis aeroportuaris en les quals resta exempta l'obligació de la impost o la contribució estatal obligatòria en relació amb la importació dels productes que són comprats.
4. Alimentació i begudes alcohòliques. És el percentatge dels ingressos procedents dels concessionaris de la distribució de la xarxa d'alimentació i begudes alcohòliques i, en general, dels establiments, restaurants, pubs, etc., existents en els edificis terminals dels aeroports.
5. Publicitat. Recaptació d'ingressos per a la indústria aeroportuària procedent de les agències de publicitat com a resultat d'anuncis de marques, productes, etc., als edificis terminals.
6. Aparcament de vehicles. Percentatge dels ingressos procedents de la recaptació de l'empresa concessionària per a l'aparcament de vehicles en les àrees destinades a aquesta finalitat. Aquestes ingressos poden ser variables en funció del tipus d'aparcament de llarga o curta durada que, al seu torn, depèn de la distribució horària.

b) Els ingressos procedents de la gestió de la propietat i serveis diversos. Dins d'aquesta tipologia es consideren els ingressos següents:

1. *Rents & Land leases*. Són els ingressos procedents del lloguer d'edificis, espais, etc., mitjançant acords contractuals pels quals la indústria aeroportuària com a propietària del sòl, permet el seu ús per un temps determinat a canvi d'un pagament.

2. *Rental*. Són els ingressos procedents de la suma de diners pagats o rebuts com a ingrés procedent dels lloguers dels espais propis (o en propietat).
3. *Utilities*. Ingressos procedents de l'ús i l'explotació dels mateixos serveis aeroportuaris facilitats per l'aeroport com el consum de l'electricitat, la climatització, els serveis de comunicació de qualsevol tipus, la recollida de residus, etc.
4. *Neteja*. Són els ingressos procedents de les relacions contractuals amb els serveis públics de neteja subministrats per tercers.
5. *Serveis de diverses classes*. Dins d'aquest grup hi són compresos els següents serveis que meriten els pagaments següents: *nursery*, serveis de transport d'ambulàncies, consigna i emmagatzematge d'equipatges, entre d'altres.

L'output ingressos no aeronàutics representa la mesura de l'esforç de cada indústria per tal de recaptar els seus propis ingressos de *no aviació* amb independència del marc tarifari regulador en la regió o estat i, en conseqüència, alleugereix d'una banda, el cost de l'operació de les aerolínies i, d'altra banda, és la mesura del producte obtingut com a resultat de l'*habilitat* de la indústria per aconseguir recursos. L'augment de l'output pot significar una disminució dels ingressos aeronàutics, ja que la indústria amb la finalitat de disminuir els costos d'explotació de les aerolínies, pot recaptar per aquell concepte una quantitat inferior. No obstant això, com a resultat el coeficient d'ocupació dels avions de les companyies aèries pot resultar més elevat, ja que aquestes podran rebaixar el preu del bitllet ofert al passatger. Aquest fet pot fer augmentar la quantitat recaptada per l'aeroport pel concepte d'ingressos de no aviació. En efecte, aquest escenari s'emmarca dins de la política estratègica de la indústria tant des del punt de vista del corrent actual de la privatització de les indústries com de la orientació competitiva del negoci orientat als principals clients, les aerolínies que cerquen disminuir el seu volum de despeses.

Per obtenir aquests outputs, s'han utilitzat els inputs quantitius controlables, si bé per determinar els efectes que altres tipus d'inputs no controlables per a la indústria, poden arribar a condicionar el procés productiu i, per tant, l'eficiència. S'han fet intervenir també tant els anomenats inputs quantitius no controlables, com els de que tenen un caràcter qualitatiu que s'han tractat com a variables categòriques.

En el marc dels inputs de caràcter quantitatiu controlables per la indústria, s'han considerat els següents:

L'administració del factor treball, incorporat a la funció de producció, estableix únicament el nombre mitjà d'*empleats* de cada indústria dedicats exclusivament a tasques operacionals en cada període. En general, es comptabilitzen els treballadors a temps parcial de manera que cada dos treballadors amb aquest situació equivalen a un treballador a temps complet.

En relació amb el tipus de treball que realitzen els empleats s'han comptabilitzat tant en l'àmbit de l'aviació com en la no aviació, però no els empleats que presten els seu servei a les oficines administratives. En l'àmbit de l'aviació, s'han tingut en compte les àrees següents:

- Gestió d'operacions aeroportuàries, gestió del camp de vol i control de l'espai aeri i l'entorn de la seguretat aeroportuària –*safety*–.
- Manteniment de les instal·lacions i equipaments aeronàutics.

No s'inclouen els treballadors ocupats en el *handling* d'aeronaus, passatgers i mercaderies²⁰ ja que als aeroports europeus aquesta activitat és, en general, realitzada per altres indústries subsidiàries o bé concessionàries de l'activitat, mitjançant un procés de licitació que estableix la indústria gestora d'acord amb el que s'estableix en la Directiva de la UE que regula els contractes d'assistència en superfície a aeronaus, passatgers i mercaderies. En les indústries d'altres continents, el nombre desagregat d'empleats que es dediquen exclusivament a les tasques operacionals no es recull expressament en la informació obtinguda per alguns aeroports, raó per la qual s'ha considerat el nombre total d'empleats en tasques operacionals.

- L'administració del consum en el context dels inputs quantitatius processarà els següents inputs: *les despeses operacions laborals* (DOL) i *les despeses operacionals no laborals* (DONOL).

- ²⁰ És una activitat que sovint és realitzada per l'aeroport no en exclusivitat i, per tant, susceptible de ser realitzada per altres empreses en virtut de la Directiva 96/67/CE del Consell relativa al mercat d'assistència a terra als aeroports de la UE.

El concepte de l'input *despeses operacions laborals* (DOL) quantifica la contribució dels empleats a la despesa operacional. És a dir, el treball que realitzen els empleats de l'aeroport en tasques operacionals, seguretat, manteniment i control de l'espai aeri, per tal que les companyies aèries puguin operar els seus vols i els passatgers i les mercaderies tinguin les facilitats necessàries per desplaçar-se pel recinte aeroportuari.

La part de les despeses operacionals que es defineixen com a despeses operacionals laborals són les que corresponen al pagament dels sous i salaris, la contribució als fons de pensió, les contribucions a la seguretat social i altres costos de personal descomptant la quantitat capitalitzada com a actius fixos.

Formen també part de les despeses operacionals les derivades de la formació dels empleats de les diferents àrees de negoci que desenvolupen les activitats de la indústria aeroportuària.

Les activitats operacionals que realitzen els empleats són les següents:

a) La tasca de trànsit inclou les activitats i les funcions que la indústria proporciona per tal que les companyies aèries puguin operar els seus vols. Són les activitats operacionals que realitzen en l'anomenat *costat aire* de l'aeroport i inclou el personal de manteniment de les fons d'energia de l'aeroport, servei contra incendis, abalisament del camp de vol, personal de coordinació dels vols i control de l'espai aeri: aterratge, enlairament, aproximació. En aquest grup s'inclou també el personal encarregat de mantenir les facilitats necessàries per desplaçar-se pel recinte aeroportuari dels passatgers.

D'aquesta activitat s'exclou l'anomenada *handling de rampa*, que comprèn el personal que realitza els serveis d'assistència als passatgers i els seus equipatges, el personal encarregat de gestionar la documentació que necessiten les aeronaus (*el manifest de càrrega*) sobre la càrrega o els passatgers o el maneig dels equipaments i vehicles de suport a l'aeronau (*push back*), etc., i el personal que realitza la gestió de les mercaderies en la plataforma d'estacionament de les aeronaus enfront de la terminal de càrrega.

- b) Les tasques de manteniment i conservació sobre les instal·lacions relacionades amb activitats associades amb els serveis de cara al públic i els comercials com les facilitats per a l'aparcament, les botigues, els restaurants i les àrees de descans i d'espera.
 - c) La gestió de la propietat inclou el manteniment de les instal·lacions i equipaments relatius al lloguer del sòl i dels edificis de l'aeroport. L'ocupació de la gestió regular de la propietat expandeix i desenvolupa la demanda de les àrees de negoci tant les que es refereixen a les tasques del trànsit com les activitats relacionades amb els serveis de cara al públic i comercials.
 - d) Les activitats o tasques internacionals que realitzen els serveis d'assessoria de cada aeroport per mitjà de l'equitat d'interessos amb altres aeroports i que activament exerceixen la part central de la seva ocupació diària en el desenvolupament dels seus propis plans estratègics si aquestes activitats estan relacionades amb la capacitat de l'aeroport, la coordinació d'horaris, o l'encaix de nous entrants (aerolínies.)
- En el context de les despeses operacionals laborals no es consideren les tasques relatives a l'administració.

El concepte de l'input *despeses operacions no laborals* (DONOL) quantifica el cost econòmic que ha d'atendre l'aeroport per tal que els seus clients puguin dur a terme l'operació aeroportuària. És a dir, la inversió en actius que la indústria en funció de les seves necessitats i de la seva prognosi de transit, consideri necessària disposar. En aquest context, s'inclou també les assistències tècniques externes que contracti la indústria, els consums d'energia, aigua, comunicacions i equipaments, la compra de béns i serveis menors que no són capitalitzats i les assegurances de la propietat i els béns mobles així com també les despeses de tercers procedents dels lloguers.

D'aquest input no s'ha tingut en compte l'amortització del deute d'adquisició d'equipaments i instal·lacions, ni tampoc la seva amortització i la depreciació ni els estocs rebaixats o deteriorats d'actius fixos tangibles

El tercer factor consum del procés productiu són els actius fixos (AF).

- En el context dels actius fixes tangibles s'han tingut en compte la propietat del sòl, els edificis, les estructures d'enginyeria, les facilitats associades als arrendaments, projectes en curs de desenvolupament, futurs projectes d'arrendament de la propietat, planta i equipaments. Mentre que en l'apartat d'actius intangibles s'hi troben les llicències, marques registrades, patents, etc. Per últim, també són actius fixos, els actius financers com inversions en ajuts econòmics concedits per a subvencionar determinades necessitats col·lectives, i les inversions en contractes a entitats socials en forma monetària, amb la condició de retornar-los en uns determinats terminis i condicions.
- L'administració del capital es constitueix en el marc dels inputs quantitius no controlables per la indústria

L'obtenció de l'eficiència té com a finalitat l'establiment de mesures de servei als clients de la indústria com la gestió dels passatgers, la de la càrrega aèria i la de les aerolínies.

Els índex d'eficiència obtinguts en el model CCR-I quan no es tenen en compte els inputs no controlables són els índexs d'eficiència *bruts* perquè no inclouen els efectes de determinades variacions en els inputs i en els outputs que no són sota el control de l'empresa individualment considerada.

Els índexs d'eficiència NCN (relatius als inputs no controlables) obtinguts quan s'aplica al model CCR en la configuració orientada a l'input (CCR-I) determinen la influència que, sobre les unitats que ja són ineficients, tenen els inputs no controlables.

D'antuvi, s'han pretès utilitzar els següents:

- Nombre de portes d'embarcament o *aerobridges* existents en (l'edifici terminal o edificis terminals) NPET.
- Nombre de serveis aeris que operin en el centre de càrrega (NSCC).
- Capacitat operativa horària, en termes anuals, (COHA).
- Superfície en m^2 de l'edifici o edificis terminals, (SET).

- Superfície en m^2 dels edificis del centre de càrrega destinats a emmagatzematge o tractament de les mercaderies (SCC).
- ❖ Finalment, d'acord amb l'esquema del procés productiu es presenten un conjunt de variables de naturalesa qualitativa. Els inputs de caràcter qualitatiu poden ser controlables o no per la indústria aeroportuària i responen a l'estructura de la propietat empresarial i del tipus de gestió pública, privada o mixta. Atès que que la constel·lació d'indústries aeroportuàries elegides responen a diverses condicions de contorn, s'han classificat d'acord amb les següents consideracions:

1. El/els propietari/s de la indústria aeroportuària són propietaris d'altres aeroports? O bé, la indústria és majoritàriament participada per altres aeroports?

En el primer cas, si la resposta és positiva, l'input es considerarà controlable.

En efecte, pot donar-se el cas que la indústria no tingui cap quota accionarial d'altres indústries, o bé hi participi accionarialment de manera majoritària i, en aquest supòsit, el grau de participació sigui en una, o més d'una. Quan una indústria té una quota del capital social de l'empresa que controla pot decidir en qualsevol moment augmentar o reduir la seva quota de participació. Per tant, la política estratègica de l'empresa matriu pot decidir unilateralment emprar els seus beneficis en la mateixa indústria i/o en la indústria o les indústries que estigui controlant.

Es considera, a efectes del càlcul l'índex d'eficiència, que quan més elevat sigui el nombre d'indústries controlades més avantatjosa serà a escala jeràrquica la variable categòrica de l'empresa. Per tant, s'assigna el valor 1 a la variable categòrica que representa a la indústria de la qual és propietària, el valor 2 representa a la indústria que participa majoritàriament en, almenys, una altra indústria i 3 quan té la majoria del capital de més d'una indústria.

Quan una indústria és participada per altres empreses del sector, l'input correspon llavors a una variable qualitativa categòrica no controlable.

Els aeroports amb la categoria 1 representen la situació més desavantajosa perquè indiquen que són participats majoritàriament únicament per una empresa o cotitza a la borsa amb més del 50% del seu capital, mentre que els aeroports de categoria 2 són aquells participats per més d'una empresa de manera que la suma de la seva quota del capital social és majoritària i, finalment, la variable categòrica 3 representaria als aeroports que són participats minoritàriament per altres empreses o simplement no són participats.

2. *La majoria del capital, és públic, majoritàriament públic o privat, o privat?*

L'anàlisi envolupant de dades presenta la possibilitat de poder establir comparacions de l'eficiència entre diferents sistemes. Segons Cooper, Seiford i Tone (2000), els models de la DEA assumeixen que el conjunt de possibilitats de producció és convex i, de fet, si dues activitats pertanyen a aquell conjunt, llavors cada punt sobre el segment lineal enllaçarà aquestes dues activitats (o punts) pertanyent al conjunt. No obstant això, hi ha situacions en què aquesta qüestió no es compleix. Per exemple, una activitat (pública) fa servir una classe d'instruments, en tant que una altra activitat (privada) n'adopta d'altres i, per tant, no es pot raonablement assumir qualsevol activitat entre cadascuna de les activitats.

En aquest context, si les indústries tenen com a denominador comú que la majoria del capital és públic o majoritàriament públic s'agruparan dins d'un mateix grup, mentre que quan les empreses tenen com a denominador comú el fet que són totalment o majoritàriament privades, s'agruparan en un altre grup.

Cada empresa s'avalua *entre* i *dins* d'ambdós grups. Per tant, el conjunt de referència d'una indústria en el grup (A) pot consistir en les indústries A (*dins*), o B (*entre*). En contraposició, hi ha un punt de vista que cada indústria en A (B) hauria de ser avaluada respecte de les indústries de l'altre grup B(A). Aquesta comparació *entre* resultarà una discriminació més marcada entre els dos conjunts d'indústries.

Des del punt de vista del seu funcionament del grup A, empreses públiques o majoritàriament públiques, versus el grup B, empreses privades o majoritàriament privades, tracta de posar èmfasi en assegurar, per exemple, que les taxes aeroportuàries que es generin assegurin un retorn financer suficient que serveixi per

destinar-lo a altres objectius públics o en un altre context, i per posar un exemple, si es considera que la gestió dels *slots* per al desenvolupament dels trànsits no s'alineï amb les estratègies públiques, i no puguin comportar, el fet de la seva existència, uns resultats que hagin d'assegurar uns resultats econòmics per a la regió on és l'aeroport (augment de la balança comercial local, més inversions tant, al rerepaís com l'avantpaís, etc.).

4.4.- Desenvolupament de l'aplicació pels inputs discrecionals

En l'esquema 4.1 que presenta les variables del procés productiu se tracta de definir, mitjançant el programa DEA orientat a l'input i sota la hipòtesi de rendiments constants a escala²¹, la solució òptima dels índex d'eficiència θ que prendran valors iguals o menors que la unitat, donat que l'empresa aeroportuària enèsima és una combinació lineal de les 32 empreses aeroportuàries observades.

Aquests aeroports disposen dels inputs relatius a l'administració del treball i del consum que són controlables per les indústries i obtenen els outputs Unitats de càrrega de pagament, WLU, els ingressos no aeronàutics, INOA, i els moviments anuals d'aeronaus ATM de tal manera que per la indústria m el programa és:

$$\begin{aligned} & \min \theta_m \\ \text{s.a.:} & \\ & \sum_{n=1}^{32} y_{jn} \lambda_n \geq y_{jm}; \quad j = 1,2,3 \quad \text{outputs} \\ & \sum_{n=1}^{32} x_{in} \lambda_n \leq \theta_m x_{im}; \quad i = 1,2,3,4 \quad \text{inputs} \\ & \lambda_n \geq 0 \quad n = 1,2,\dots,32 \quad \text{indústries aeroportuàries} \end{aligned}$$

és a dir, per la indústria m caldrà resoldre:

$$\begin{aligned} \text{per } j = 1, & \quad y_{11} \lambda_{1,(m)} + y_{12} \lambda_{2,(m)} + \dots + y_{132} \lambda_{32,(m)} \geq y_{1,m} \quad (= WLU_m) \\ j = 2, & \quad y_{21} \lambda_{1,(m)} + y_{22} \lambda_{2,(m)} + \dots + y_{232} \lambda_{32,(m)} \geq y_{2,m} \quad (= ATM_m) \\ j = 3, & \quad y_{31} \lambda_{1,(m)} + y_{32} \lambda_{3,(m)} + \dots + y_{332} \lambda_{32,(m)} \geq y_{3,m} \quad (= INOA_m) \end{aligned}$$

essent

$$\begin{aligned} & y_{11} (= WLU_1), \dots, y_{132} (= WLU_{32}) \\ & y_{21} (= ATM_1), \dots, y_{232} (= ATM_{32}) \\ & y_{31} (= INOA_1), \dots, y_{332} (= INOA_{32}) \end{aligned}$$

De la mateixa pels inputs,

²¹ Amb la hipòtesi de rendiments variables a escala caldria afegir la restricció de convexitat $\sum_{n=1}^{32} \lambda_n = 1$

$$\begin{aligned} \text{Per } i = 1, & \quad x_{11}\lambda_{1,(m)} + x_{12}\lambda_{2,(m)} + \dots + x_{132}\lambda_{32,(m)} \leq \theta_m x_{1m} (= \theta_m E_m) \\ i = 2, & \quad x_{21}\lambda_{1,(m)} + x_{22}\lambda_{2,(m)} + \dots + x_{232}\lambda_{32,(m)} \leq \theta_m x_{2m} (= \theta_m DOL_m) \\ i = 3, & \quad x_{31}\lambda_{1,(m)} + x_{32}\lambda_{2,(m)} + \dots + x_{332}\lambda_{32,(m)} \leq \theta_m x_{3m} (= \theta_m DONOL_m) \\ i = 4, & \quad x_{41}\lambda_{1,(m)} + x_{42}\lambda_{2,(m)} + \dots + x_{432}\lambda_{32,(m)} \leq \theta_m x_{4m} (= \theta_m AF_m) \end{aligned}$$

Essent:

x_{11}, \dots, x_{132} , els empleats de la indústria 1, ..., 32, E_1, \dots, E_{32} , respectivament.

x_{21}, \dots, x_{232} , les despeses operacionals laborals de la indústria 1, ..., 32, DOL_1, \dots, DOL_{32} , respectivament.

x_{31}, \dots, x_{332} , les despeses operacionals no laborals de la indústria 1, ..., 32, $DONOL_1, \dots, DONOL_{32}$, respectivament i

x_{41}, \dots, x_{432} , els actius fixes de la indústria 1, ..., 32, AF_1, \dots, AF_{32} , respectivament.

El programa globalment considerat s'ha resolt utilitzant el software DEA- Solver de Cooper, Seiford i Tone.

4.4.1.- Anàlisi de la sensibilitat dels resultats

A partir de les DMU amb millor comportament, La DEA és una tècnica que permet formar la frontera eficient. Aquest fet contrasta amb altres tècniques com l'anàlisi de la regressió que cerca la mitjana fora dels termes estocàstics d'error. Aquesta característica, en la DEA, pot resultar problemàtica, perquè no hi ha un camí directe d'avaluar si una desviació d'una indústria aeroportuària des de la frontera és estadísticament significativa.

En conseqüència, no hi han tècniques estadístiques que estimin els intervals de confiança amb les que les freqüències es calculin a través de la DEA, i per tant, com a qualsevol tècnica *modeladora*, els outputs generats per la DEA haurien de ser presentats amb cautela i, únicament després d'haver aplicat l'anàlisi sobre els resultats obtinguts.

D'acord amb la tècnica DEA, és possible per a una Indústria aeroportuària esdevenir eficient si, excepcionalment, aconseguix millors resultats en termes d'output però es comporta per sota de la mitjana en relació amb un altre output. Amb l'objectiu de provar si aquest tipus d'unitat són eficients s'identifiquen les unitats de referència per cadascuna de les unitats ineficients.

Si la unitat és autènticament eficient s'espera que hi hauran algunes unitats ineficients en les seves rodalies i, per tant, es considerarà una unitat de referència per aquestes unitats ineficients. En cas contrari, si per a qualsevol unitat ineficient, la unitat no és una unitat de referència, llavors serà qüestionable el seu comportament eficient.

En resum, l'anàlisi es dirigeix a valorar l'eficiència d'una DMU que, si d'antuvi s'ha considerat eficient per la DEA, pot resultar no ser un conjunt de referència per a moltes unitats ineficients. En aquests casos convé du a terme una anàlisi de la sensibilitat que ha de dirigir-se a verificar el nombre de DMUs ineficients per les quals la indústria aeroportuària és una indústria de referència.

Si el nombre continua essent elevat la indústria és autènticament eficient, en cas contrari, hauria de considerar-se amb prudència, l'eficiència d'una indústria

aeroportuària que disposi únicament d'unes poques unitats ineficients per les que la indústria aeroportuària en qüestió és un referent.

Els diagrames 4.1.1 al 4.4.1 representen els resultats de la DEA pels anys 2001 a 2004 de les indústries aeroportuàries ineficients del conjunt elegit, amb els corresponents índex i rànquing, i les respectives unitats eficients referents per a cadascuna d'aquelles.

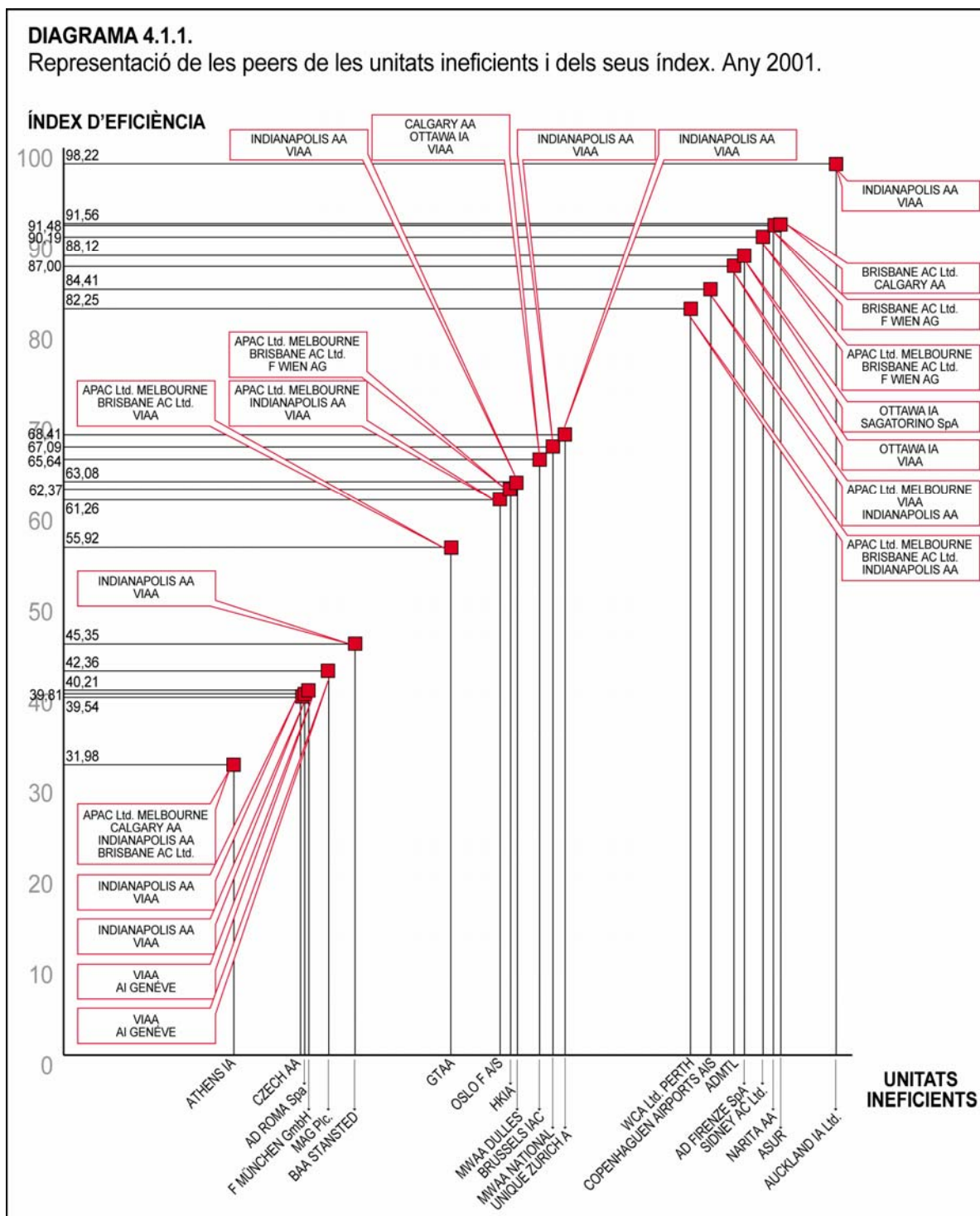


DIAGRAMA 4.2.1.

Representació de les peers de les unitats ineficients i dels seus índex. Any 2002.

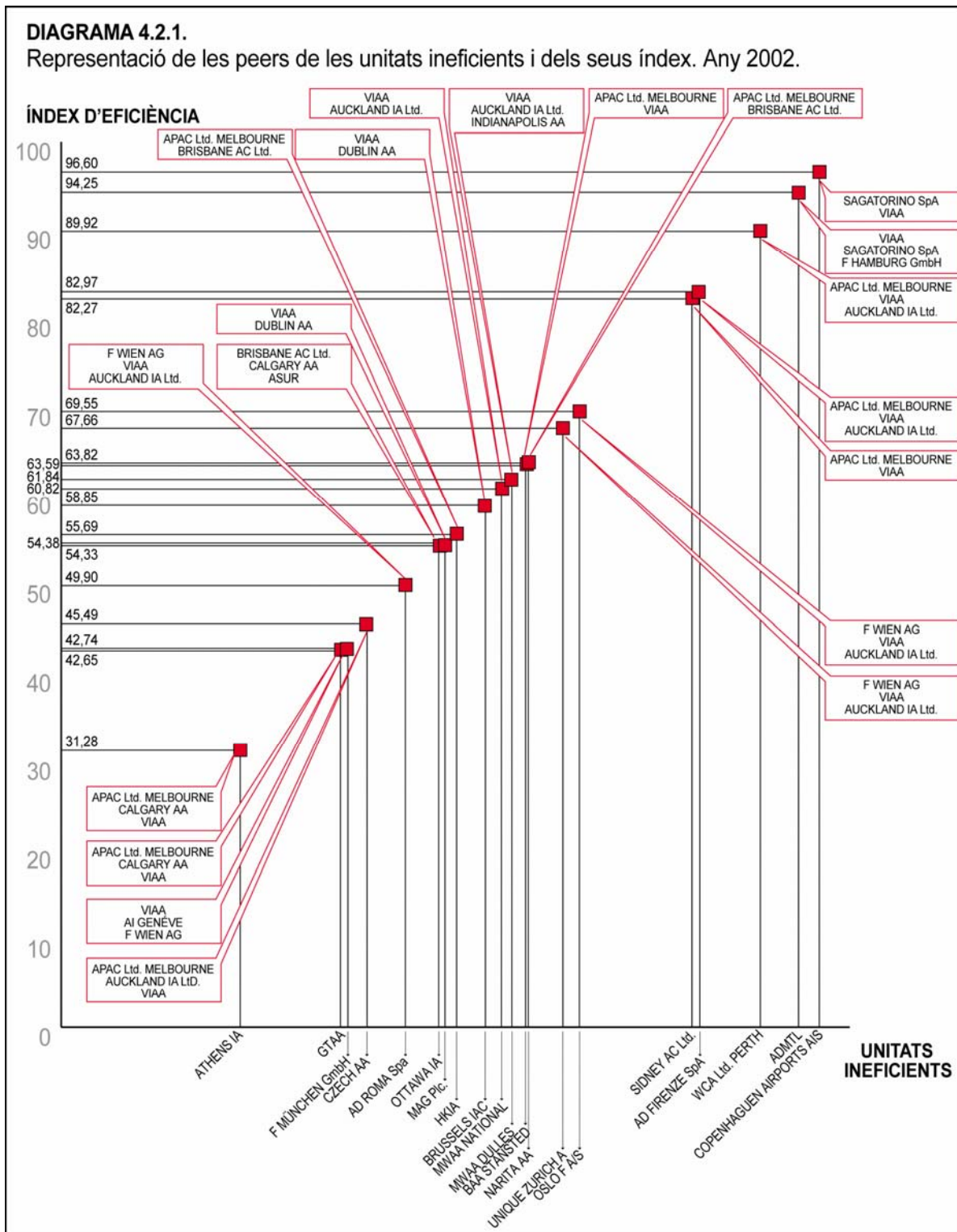


DIAGRAMA 4.3.1.

Representació de les peers de les unitats ineficients i dels seus índex. Any 2003.

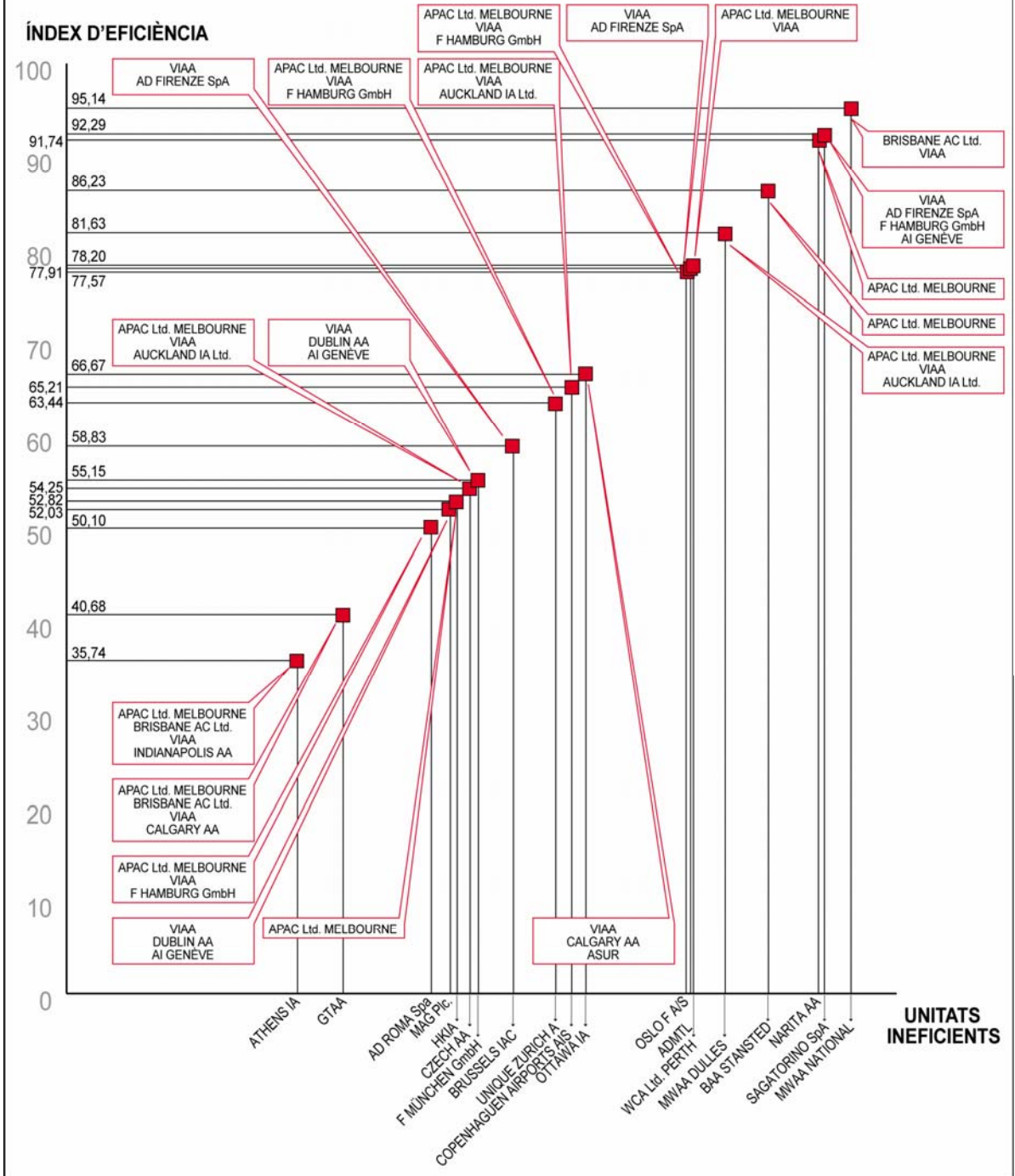
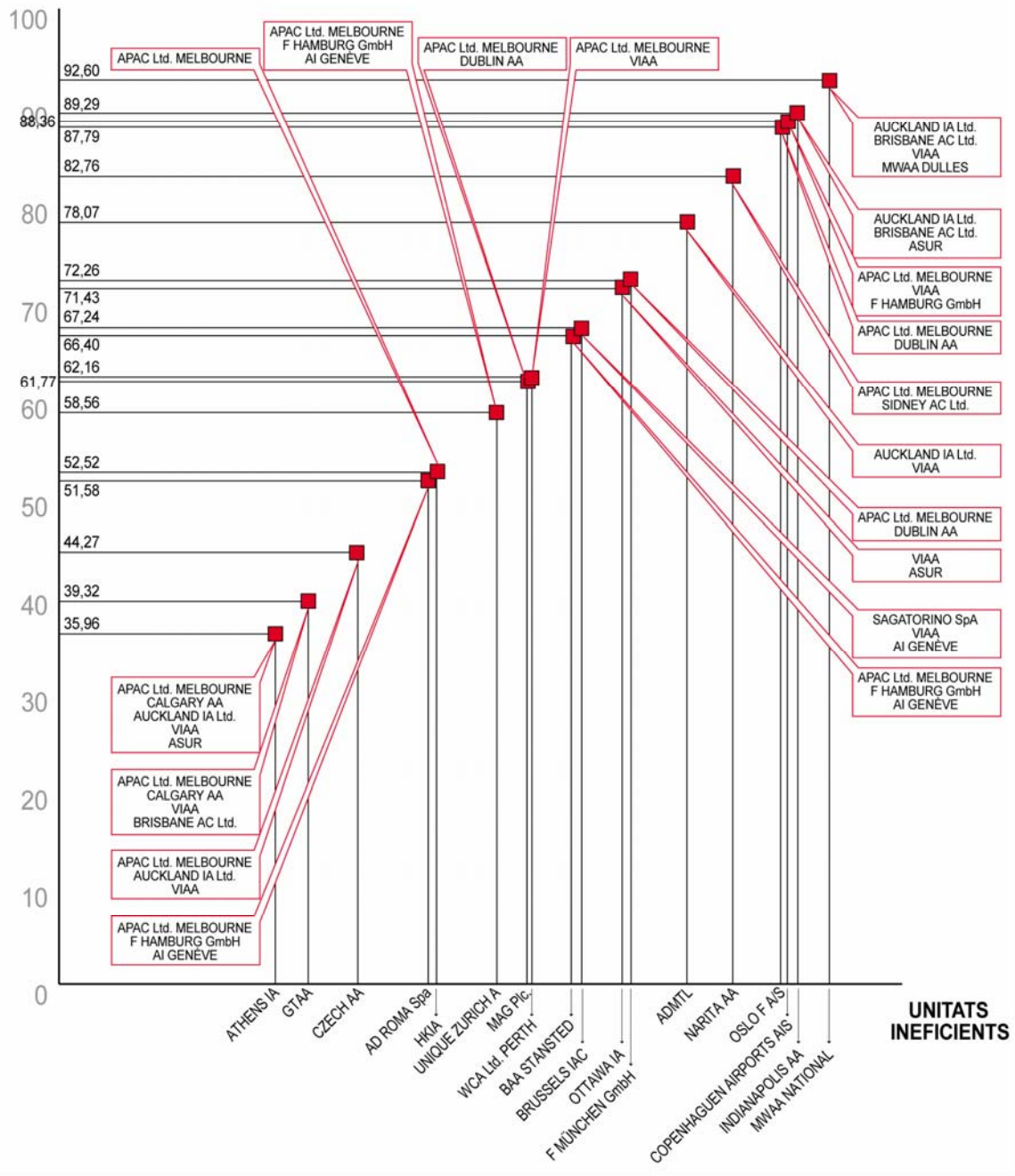


DIAGRAMA 4.4.1.

Representació de les peers de les unitats ineficients i dels seus índex. Any 2004.

ÍNDEX D'EFICIÈNCIA



Les indústries aeroportuàries eficients referents o *peers* i el nombre d'unitats ineficients que formen part de cada *peer* i any son representats en els diagrames 4.1.2 a 4.4.2

DIAGRAMA 4.1.2.

Representació de les peers i el nombre d'unitats que hi formen part. Any 2001.

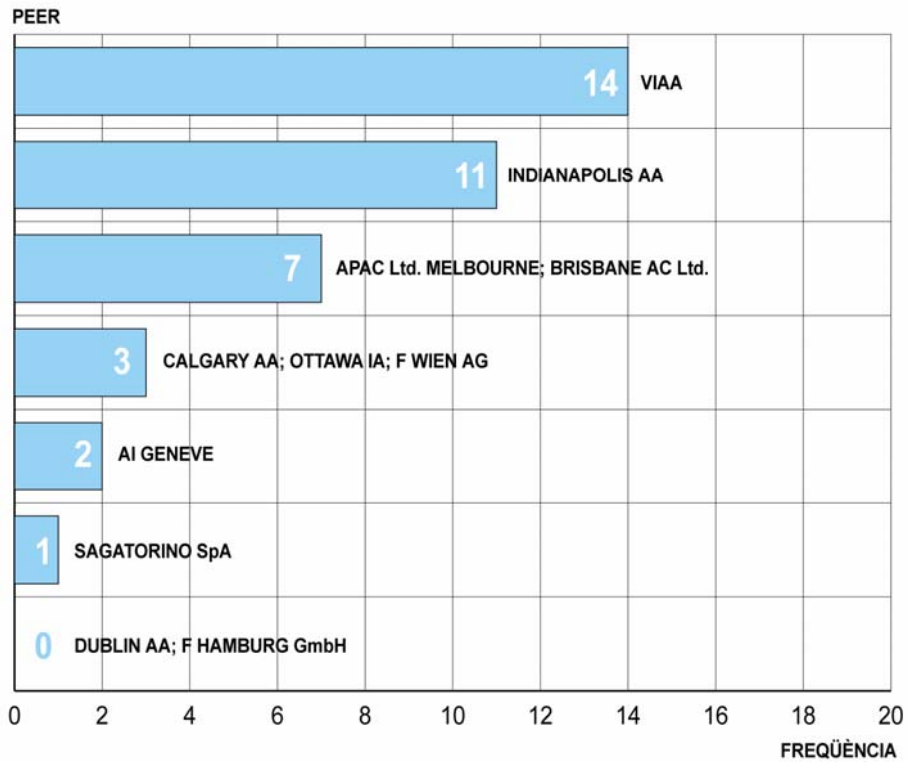


DIAGRAMA 4.2.2.

Representació de les peers i el nombre d'unitats que hi formen part. Any 2002.

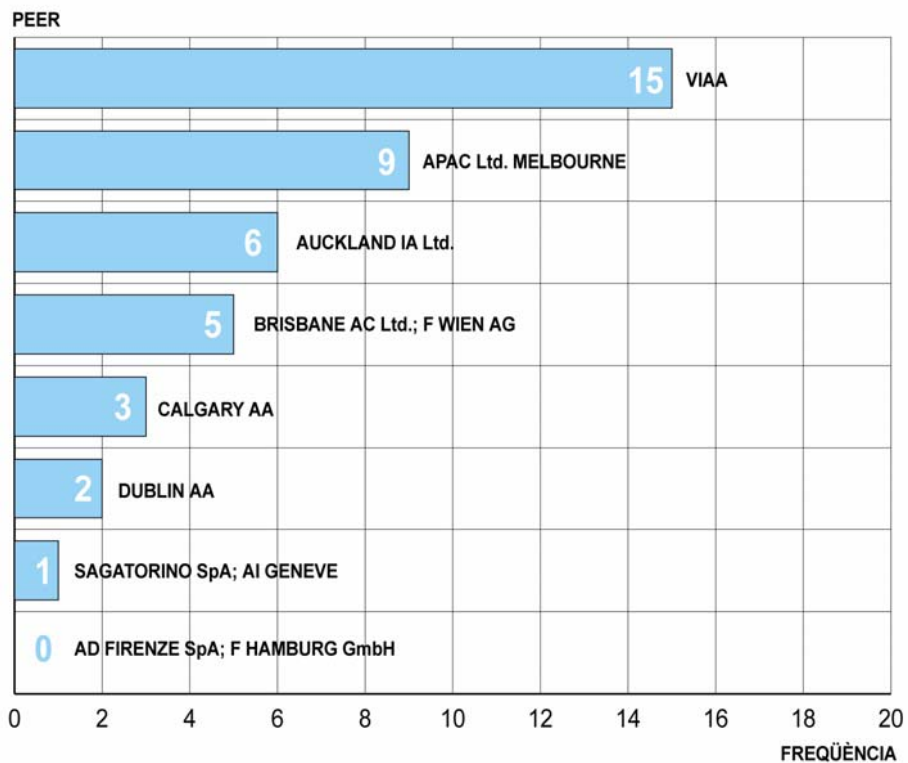


DIAGRAMA 4.3.2.
Representació de les peers i el nombre d'unitats que hi formen part. Any 2003.

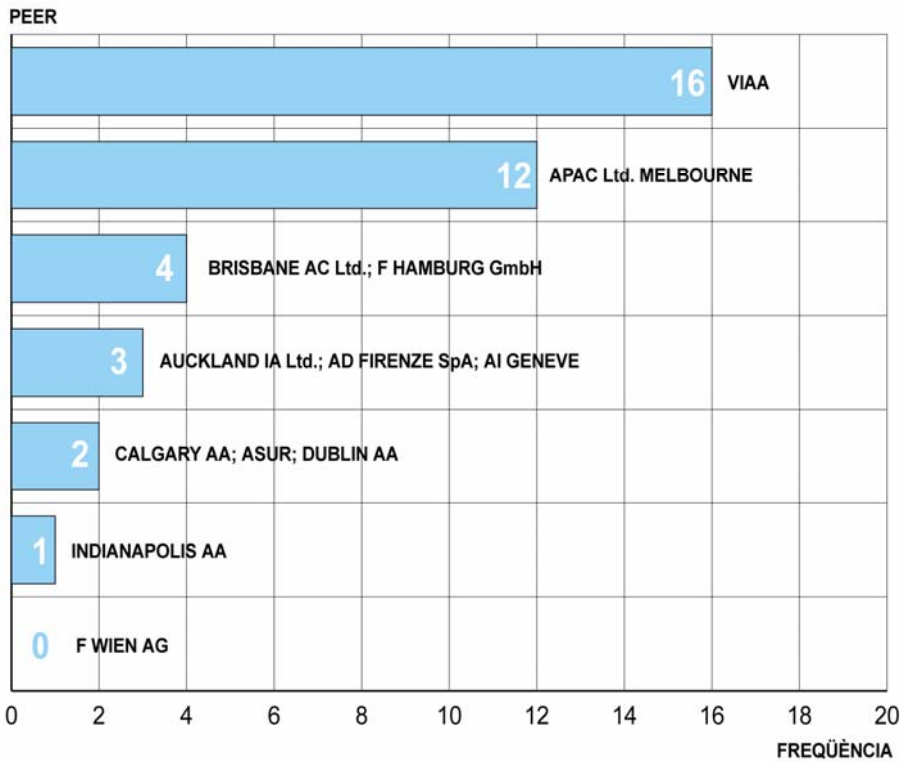
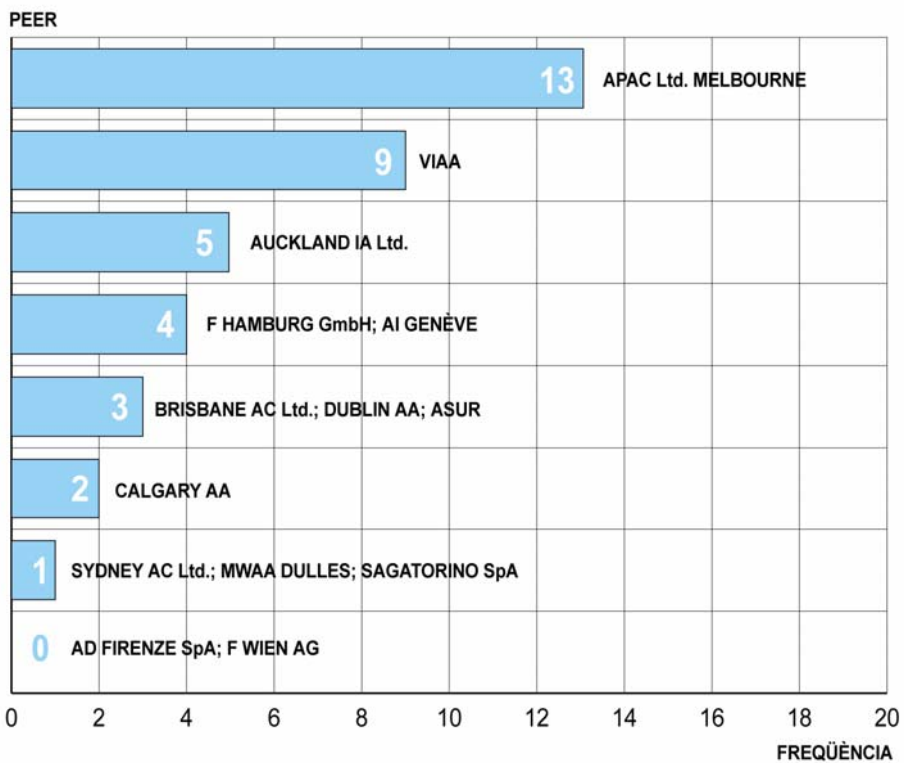


DIAGRAMA 4.4.2.
Representació de les peers i el nombre d'unitats que hi formen part. Any 2004.



En el decurs dels tres primers anys analitzats s'observa que, únicament, destaca per sobre de la resta de les indústries, la indústria ubicada a Vancouver (VIAA), i és la segona *peer* al 2004. La segona *peer* és Indianapolis l'any 2001 i, la indústria de Melbourne als anys 2002 i 2003 mentre que aquesta indústria és la màxima referent l'any 2004.

Per a cada període, la manera de comprovar la sensibilitat de l'eficiència a la DEA, per aquestes tres indústries, és la de verificar si el seu respectiu índex d'eficiència resta afectat si es prescindís únicament d'un input (o un output) de l'explotació considerada a l'anàlisi DEA. Si com a resultat de l'omissió de l'input (o output), alguna d'aquestes *peers* disminueix la seva freqüència de referència o esdevé ineficient hauria de posar-se en dubte el seus estatus de *peer*.

En els diagrames 4.1.3 a 4.4.3, en els que s'ha fet abstracció de l'input *empleats*, es mostren els respectius comportaments de les indústries en qüestió.

En tots els casos s'observa que les tres indústries mantenen l'ordre i/o augmenten el nombre d'unitats ineficients que les consideren indústries *peer*.

A més, hi han indústries, com és el cas de F Wien AG que, no únicament deixen de ser referents sinó que, esdeveé ineficient.

DIAGRAMA 4.1.3.

Variació de l'estatus de peer de les indústries eficients amb i sense l'input empleats.
Any 2001.

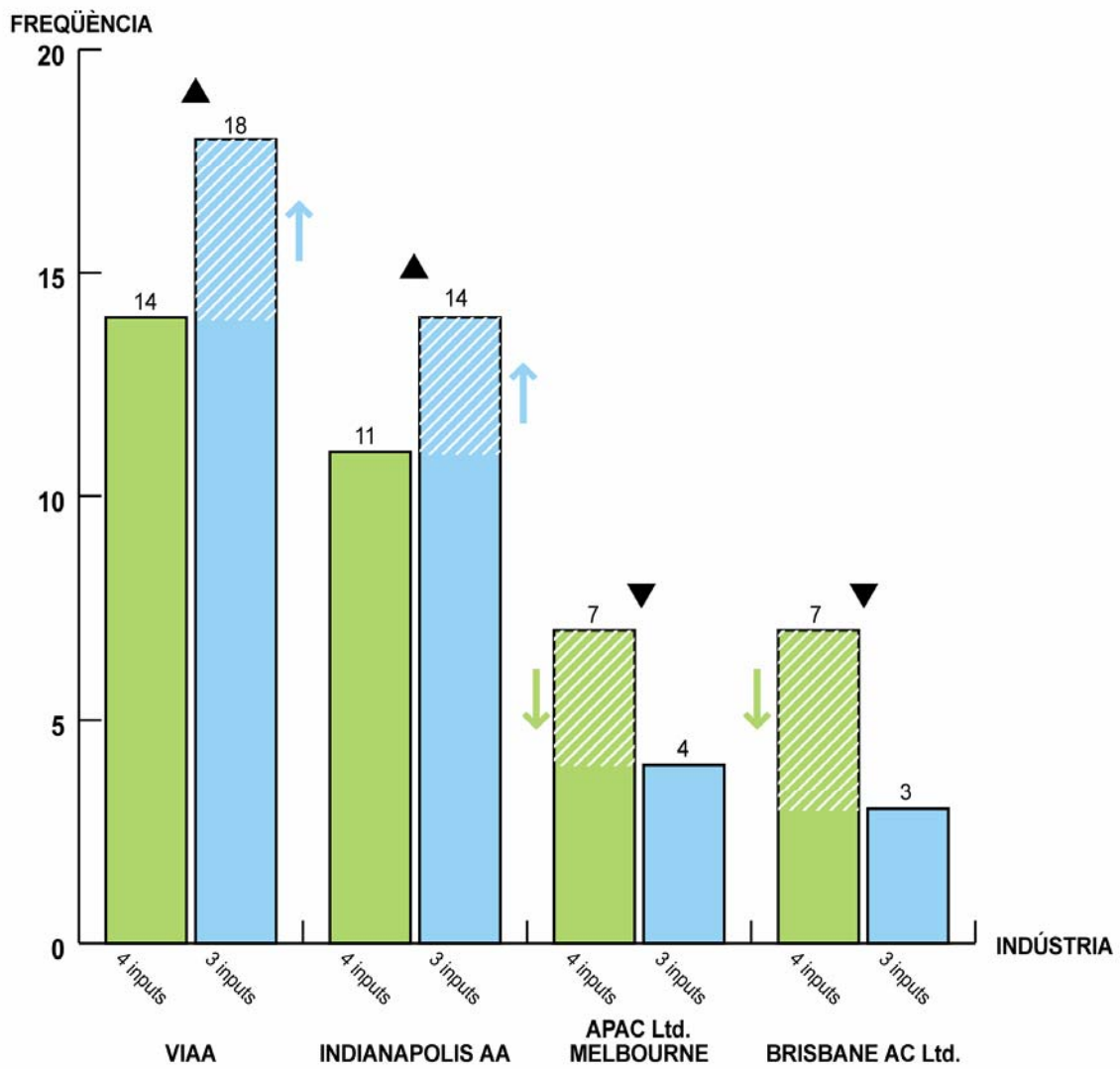


DIAGRAMA 4.2.3.

Variació de l'estatus de peer de les indústries eficients amb i sense l'input empleats.
Any 2002.

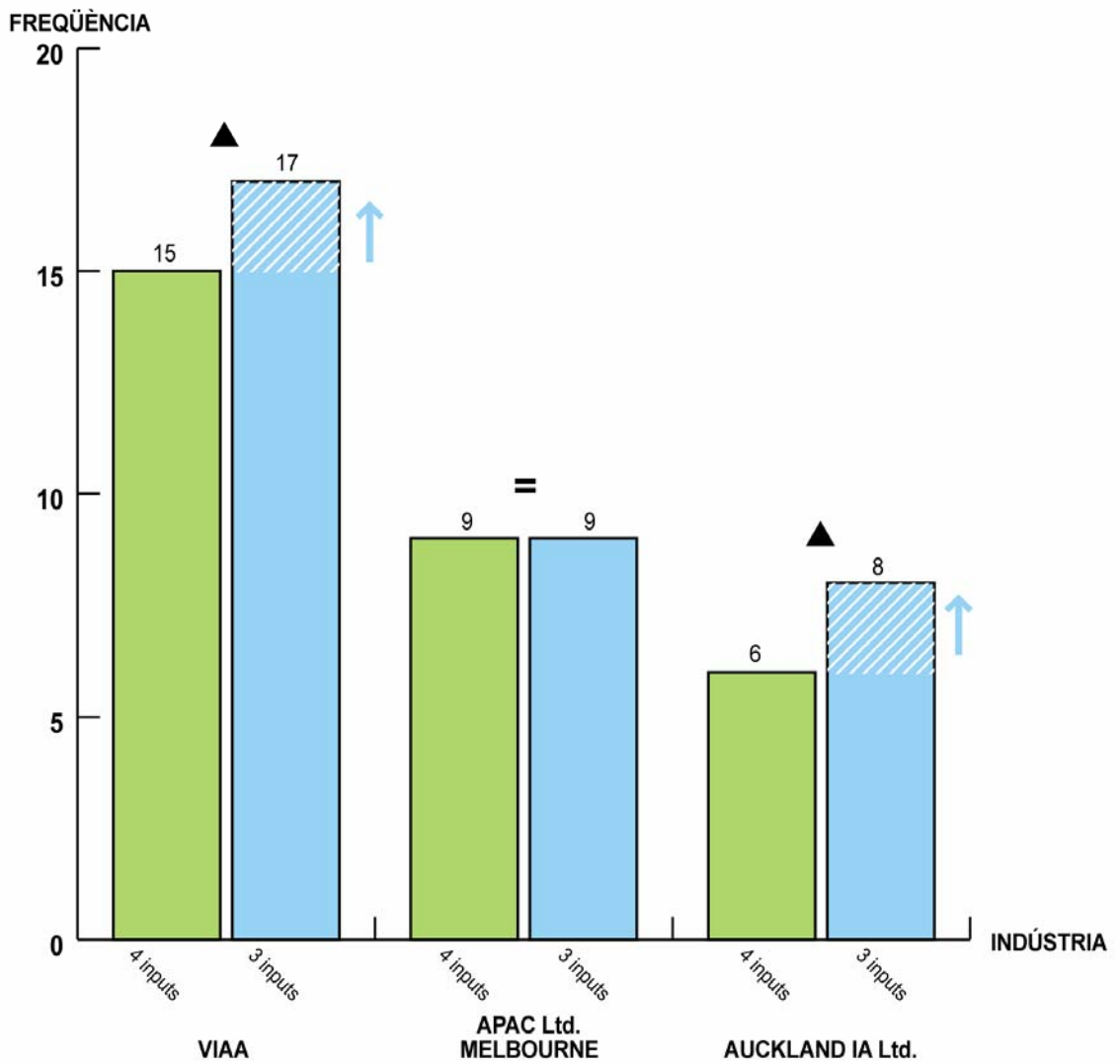
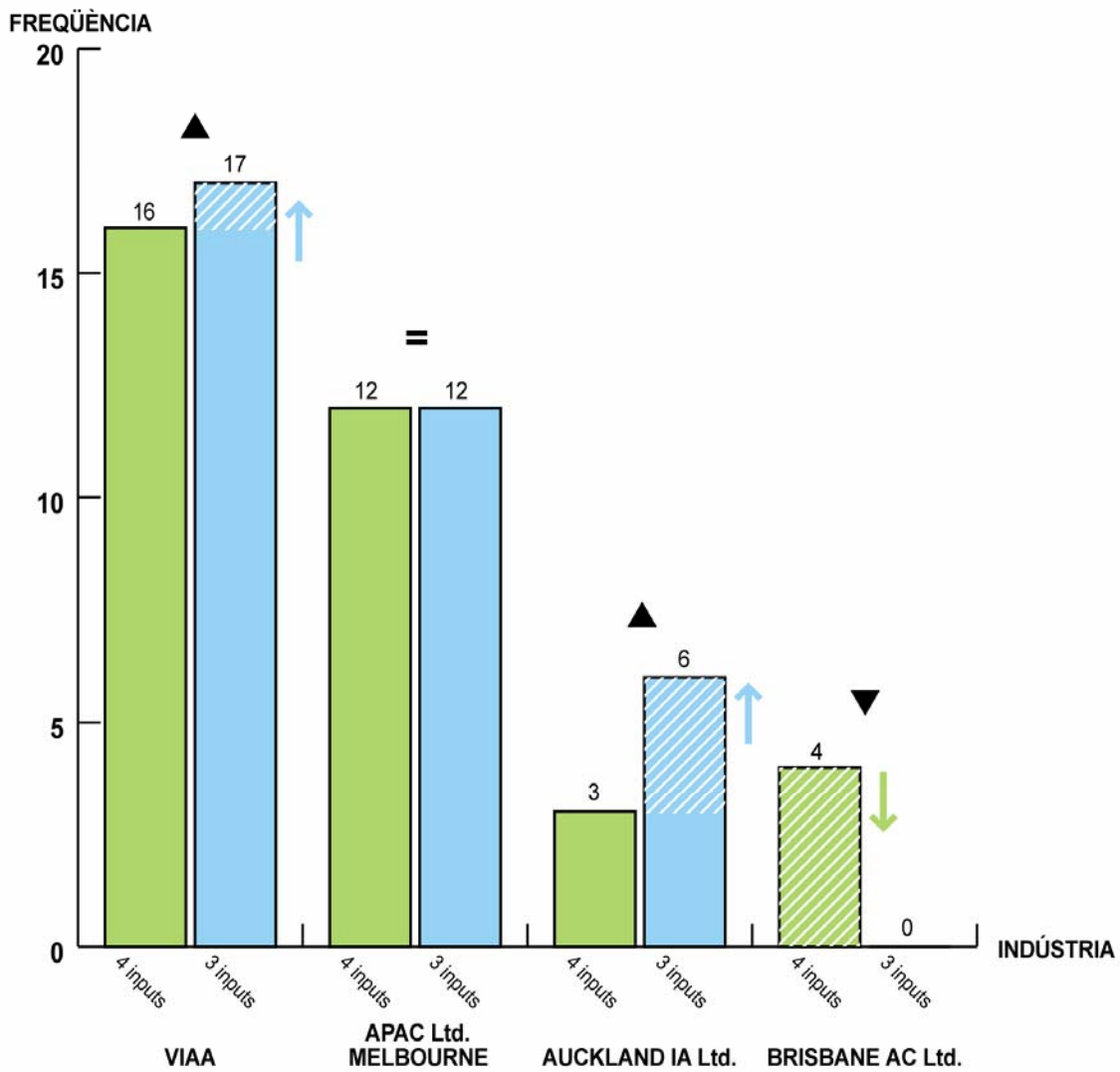
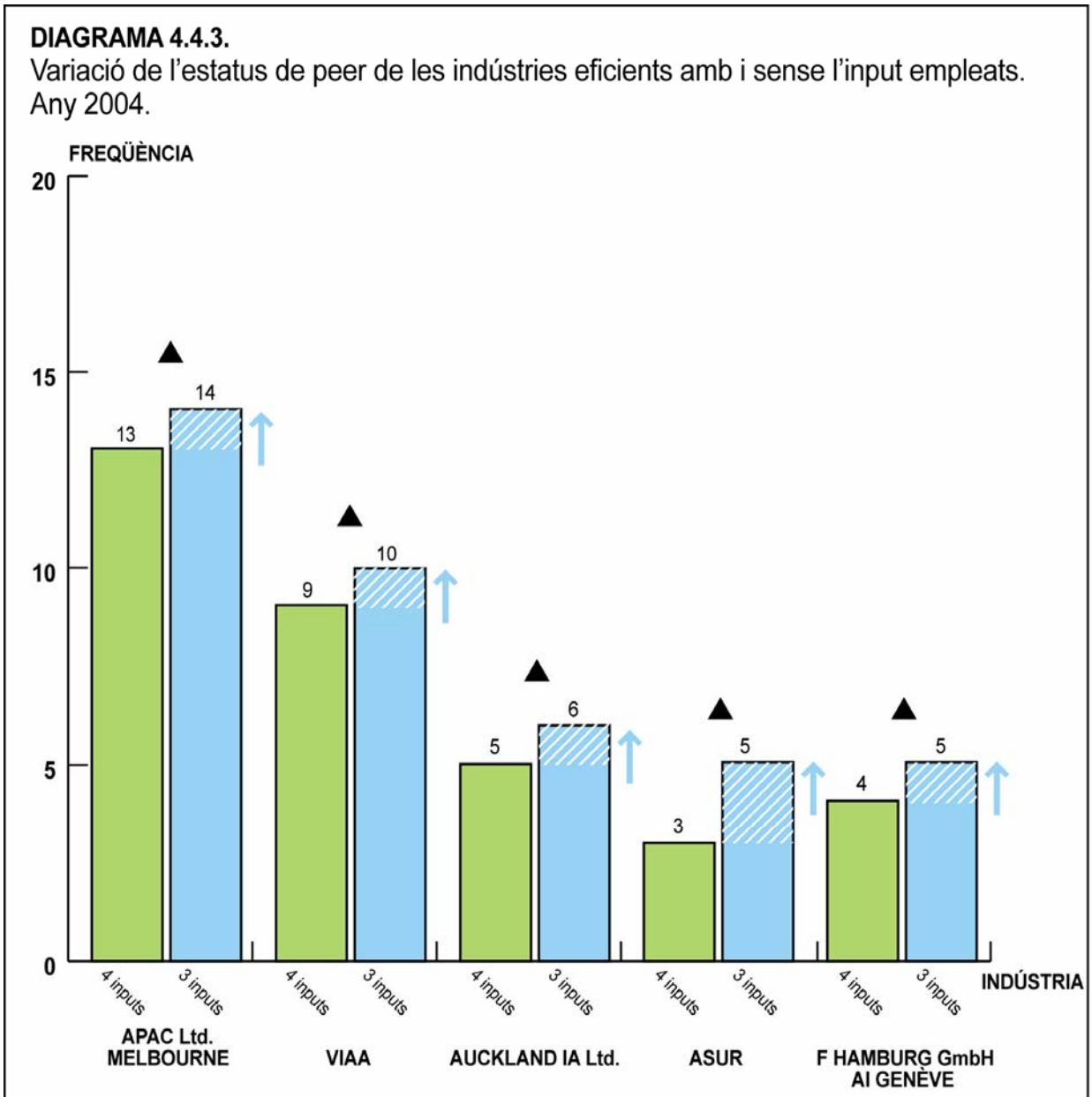


DIAGRAMA 4.3.3.

Variació de l'estatus de peer de les indústries eficients amb i sense l'input empleats.
Any 2003.





Finalment, per tal de comprovar el grau de representació de les “segones” peers es conserva, els diagrames 4.1.4 a 4.4.4 mostren una anàlisi de la sensibilitat similar. Aquest anàlisi consisteix en fer abstracció de la peer més representativa, la corresponent a VIAA els anys 2001 a 2003 i, la de Melbourne l’any 2004.

S’observa com les indústries referents de les unitats ineficients són Indianapolis AA, l’any 2001, APAC Ltd. Melbourne, els anys 2002 i 2003 i, VIAA l’any 2004.

DIAGRAMA 4.1.4.

Representació del rànquing de les peers quan no es considera la peer amb més freqüències. Any 2001.

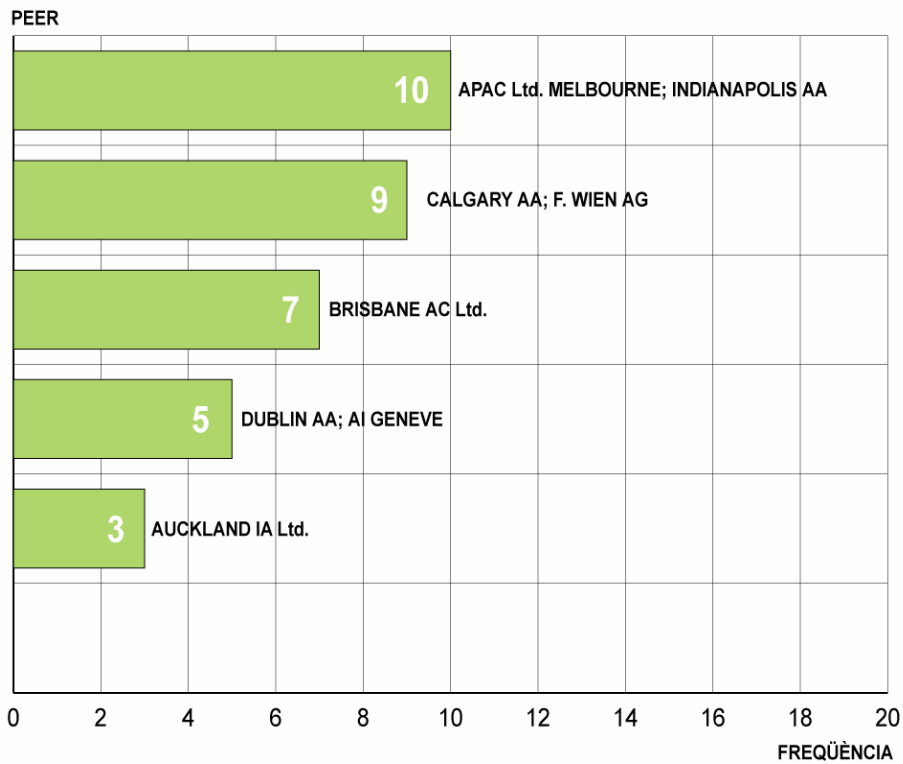


DIAGRAMA 4.2.4.

Representació del rànquing de les peers quan no es considera la peer amb més freqüències. Any 2002.

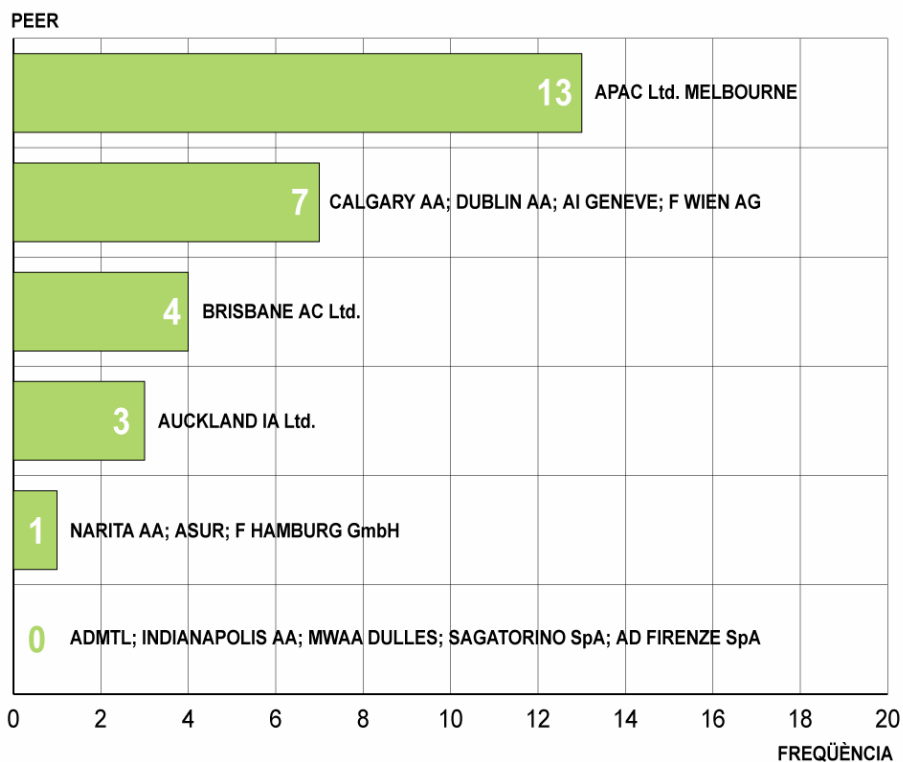


DIAGRAMA 4.3.4.

Representació del rànquing de les peers quan no es considera la peer amb més freqüències. Any 2003.

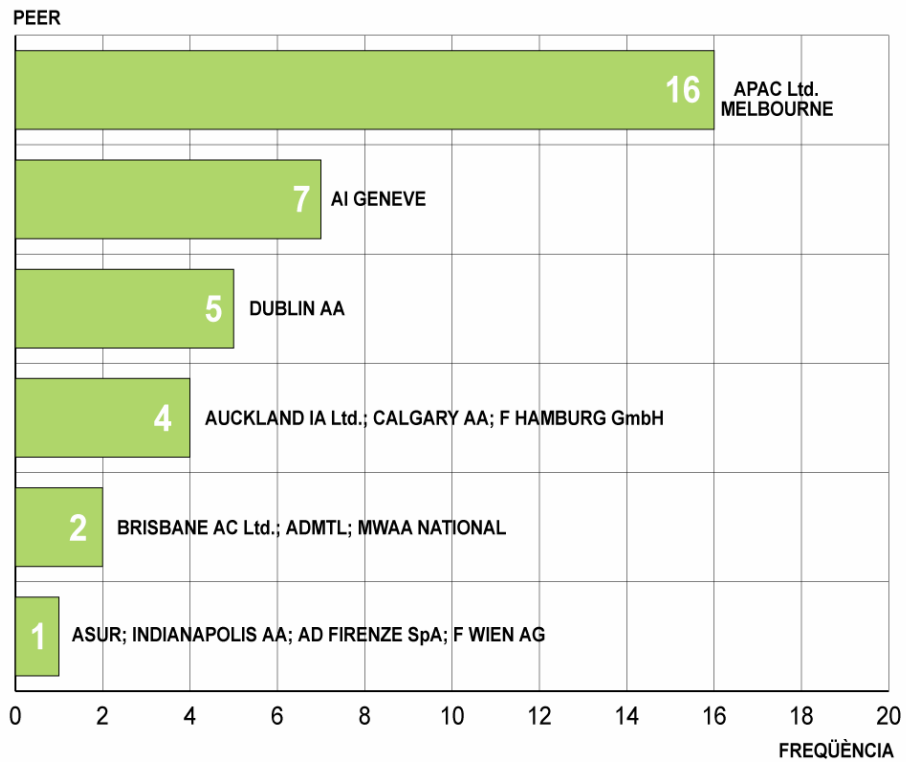
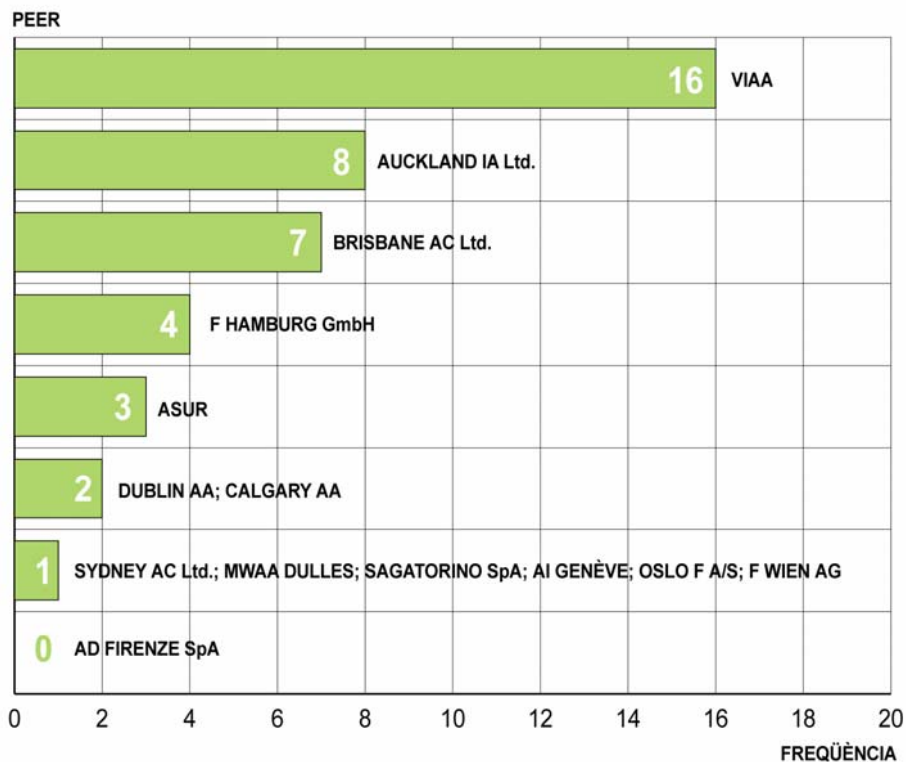


DIAGRAMA 4.4.4.

Representació del rànquing de les peers quan no es considera la peer amb més freqüències. Any 2004.



L'anàlisi DEA s'ha efectuat utilitzant tant la hipòtesi de rendiments constants a escala (CRS) com el de rendiments variables a escala (VRS).

Sota l'orientació input, els índex d'eficiència de les indústries aeroportuàries juntament amb la seva respectiva classificació pels anys 2001 a 2004 es mostren a les Taules 4.1.1. a 4.4.1.²²

TAULA 4.1.1. Índex CRS, VRS i Rànquings 2001.

Indústria Aeroportuària	CRS (%)	Rànquing	VRS (%)	Rànquing
HKIA	62	24	100	1
NARITA A A	91	14	100	1
APACLtd. MELB.	100	1	100	1
AUCKLAND IALtd	98	12	100	1
BRISBANE ACLtd	100	1	100	1
WACLtd PERTH	82	19	100	1
SYDNEY ACLtd.	90	15	100	1
ADMTL	87	17	100	1
CALGARY A A	100	1	100	1
GTAA	56	26	100	1
OTTAWA IA	100	1	100	1
VIAA	100	1	100	1
ASUR	92	13	97	24
INDIANAPOLIS A A	100	1	100	1
MWAA NATIONAL	67	21	69	25
MWAA DULLES	63	23	100	1
AD ROMA SpA	40	30	65	28
SAGA TORINO SpA	100	1	100	1
AD FIRENZE SpA	88	16	100	1
DUBLIN AA	100	1	100	1
BRUSSELS IAC	66	22	100	1
COPENH. AIRPORTS A/S	84	18	100	1
OSLO F A/S	61	25	67	27
CZECH A A	40	31	46	30
BAA STANSTED	45	27	46	31
MANCHESTER AG Plc.	42	28	51	29
F MÜNCHEN GmbH	40	29	68	26
F HAMBURG GmbH	100	1	100	1
AI GENÈVE	100	1	100	1
UNIQUE ZURICH A	68	20	99	23
F WIEN AG	100	1	100	1
ATHENS IA	32	32	35	32

²² En totes les taules les indústries ubicades sobre el fons "groc" corresponen a les indústries asiàtiques i australianes, sobre le fons "turquesa" les d'Amèrica del Nord i sobre fons "or" les europees. A les taules amb tres sigles, la primera sigla fa referència al capítol IV, la segona correspon a l'any, l'1 a l'any 2001, etc., i la tercera sigla al número d'ordre de les taules.

TAULA 4.2.1. Índex CRS, VRS i Rànquings 2002.

Indústria Aeroportuària	CRS(%)	Rànquing	VRS (%)	Rànquing
HKIA	61	24	100	1
NARITA A A	100	1	100	1
APACLtd. MELB.	100	1	100	1
AUCKLAND IALtd	100	1	100	1
BRISBANE ACLtd	100	1	100	1
WACLtd PERTH	83	20	100	1
SYDNEY ACLtd.	96	16	100	1
ADMTL	97	15	97	21
CALGARY A A	100	1	100	1
GTAA	45	30	100	1
OTTAWA IA	55	26	95	22
VIAA	100	1	100	1
ASUR	100	1	100	1
INDIANAPOLIS A A	100	1	100	1
MWAA NATIONAL	87	19	89	24
MWAA DULLES	94	17	100	1
AD ROMA SpA	50	28	73	28
SAGA TORINO SpA	100	1	100	1
AD FIRENZE SpA	100	1	100	1
DUBLIN AA	100	1	100	1
BRUSSELS IAC	60	25	70	30
COPENH. AIRPORTS A/S	90	18	100	1
OSLO F A/S	70	21	77	27
CZECH A A	45	29	50	31
BAA STANSTED	64	23	71	29
MANCHESTER AG Plc.	54	27	77	26
F MÜNCHEN GmbH	43	31	89	25
F HAMBURG GmbH	100	1	100	1
AI GENÈVE	100	1	100	1
UNIQUE ZURICH A	68	22	94	23
F WIEN AG	100	1	100	1
ATHENS IA	31	32	32	32

TAULA 4.3.1. Índex CRS, VRS i Rànquings 2003.

Indústria Aeroportuària	CRS (%)	Rànquing	VRS (%)	Rànquing
HKIA	53	28	100	1
NARITA A A	92	15	100	1
APACLtd. MELB.	100	1	100	1
AUCKLAND IALtd	100	1	100	1
BRISBANE ACLtd	100	1	100	1
WACLtd PERTH	78	19	100	1
SYDNEY ACLtd.	90	16	100	1
ADMTL	78	20	78	30
CALGARY A A	10	1	100	1
GTAA	41	31	100	1
OTTAWA IA	67	22	100	1
VIAA	100	1	100	1
ASUR	100	1	100	1
INDIANAPOLIS A A	100	1	100	1
MWAA NATIONAL	95	13	95	23
MWAA DULLES	82	18	100	1
AD ROMA SpA	50	30	94	24
SAGA TORINO SpA	93	14	96	22
AD FIRENZE SpA	100	1	100	1
DUBLIN AA	100	1	100	1
BRUSSELS IAC	59	25	88	27
COPENH. AIRPORTS A/S	65	23	89	26
OSLO F A/S	78	21	89	25
CZECH A A	54	27	58	31
BAA STANSTED	86	17	100	1
MANCHESTER AG Plc.	52	29	85	28
F MÜNCHEN GmbH	55	26	100	1
F HAMBURG GmbH	100	1	100	1
AI GENÈVE	100	1	100	1
UNIQUE ZURICH A	63	24	85	29
F WIEN GmbH	100	1	100	1
ATHENS IA	36	32	36	32

TAULA 4.4.1. Índex CRS, VRS i Rànquings 2004.

Indústria Aeroportuària	CRS(%)	Rànquing	VRS (%)	Rànquing
HKIA	53	28	100	1
NARITA A A	83	19	100	1
APACld. MELB.	100	1	100	1
AUCKLAND IALtd	100	1	100	1
BRISBANE ACLtd	100	1	100	1
WACLtd PERTH	62	25	100	1
SYDNEY ACLtd.	100	1	100	1
ADMTL	78	20	79	28
CALGARY A A	100	1	100	1
GTAA	39	31	61	30
OTTAWA IA	71	22	100	1
VIAA	100	1	100	1
ASUR	100	1	100	1
INDIANAPOLIS A A	89	16	100	1
MWAA NATIONAL	93	15	93	24
MWAA DULLES	100	1	100	1
AD ROMA SpA	52	29	97	23
SAGA TORINO SpA	100	1	100	1
AD FIRENZE SpA	100	1	100	1
DUBLIN AA	100	1	100	1
BRUSSELS IAC	67	23	81	27
COPENH. AIRPORTS A/S	88	17	100	1
OSLO F A/S	88	18	100	1
CZECH A A	44	30	49	31
BAA STANSTED	66	24	84	26
MANCHESTER AG Plc.	62	26	87	25
F MÜNCHEN GmbH	72	21	100	1
F HAMBURG GmbH	100	1	100	1
AI GENÈVE	100	1	100	1
UNIQUE ZURICH A	59	27	77	29
F WIEN GmbH	100	1	100	1
ATHENS IA	36	32	36	32

Com s'esperava els índex VRS són més alts que els índex CRS.

A l'any 2001 i, per el model CCR-I, l'índex d'eficiència mitjà va ser del 76% i foren 14 el nombre d'indústries que van tenir un índex d'eficiència per sota de la mitjana. En canvi, l'any següent i, pel mateix model, l'índex es va situar al 81% i van ser solament 12 el nombre d'indústries amb un índex d'eficiència per sota de la mitjana.

Com que l'any 2003 i el 2004 els índex es van situar en un 80% i 79 % respectivament el nombre d'indústries per sota de la mitjana fou de 14 i 13, per tant, no hi ha una relació proporcional en una sèrie amb un període tan curt i per tant no hi ha una explicació clara que determini la relació entre l'índex d'eficiència mitjà i, el nombre d'indústries per sota (o per sobre) de la mitjana en el decurs dels anys.

En el supòsit de rendiments constants a escala s'observa que les indústries van obtenir elevades puntuacions en els índexs d'eficiència. No obstant això, tot i que

els aeroports, en el marc dels VRS, abasten en termes dels índexs d'eficiència els més elevats percentatges, el seu domini no és tan perfecte. Això pot significar que les indústries no reben índex d'eficiència més alts a causa que no estan gestionades com indústries que operen al tamany d'escala més productiu.

En efecte, el resultat de la regressió en el model de dues etapes que es du a terme en el tractament dels inputs no controlables quantitius, mostra que els índexs d'eficiència, CRS o VRS, no han influït significativament. En relació amb la multicolinealitat, el nombre de condició que mesura la sensibilitat de les estimacions mínim quadràtiques en front de petits canvis en les dades, se situa en tots els casos per sota de 10 i, el factor d'engradiment de la variància al voltant de la unitat. Per tant, a l'anàlisi únicament s'ha tingut en compte els índexs d'eficiència calculats sota la hipòtesi de rendiments constants a escala. Des d'aquest punt de vista no s'han incorporat la presència de rendiments variables a escala en el procés productiu, raó per la qual, s'ha implementat una mateixa tecnologia per tot el conjunt.

L'anàlisi DEA proporciona també informació sobre les fonts de la ineficiència d'aquelles indústries aeroportuàries que s'identifiquen al comparar les indústries aeroportuàries ineficients amb les eficients.

Els inputs reals originals de cada indústria, així com la reducció necessària en el valor de cadascun dels inputs o, la millora necessària en els valors de les produccions reals s'expressen a les taules 4.1.2 a 4.4.2 i 4.1.3 a 4.4.3 respectivament.

En el cas dels inputs, les taules 4.1.2 a 4.4.2 expressen la quantitat original que cada indústria ha consumit i la reducció mesura, percentualment, la quantitat necessària de l'input per tal que arribi a ser eficient.

Taula 4.1.2.

Inputs reals de les indústries a l'any 2001 amb la reducció necessària en %.

Indústria aeroportuària	DONOL		DOL		EMPLEATS		ACTIUS FIXES	
	Target	Reducció %	Target	Reducció %	Target	Reducció %	Target	Reducció %
HKIA	156.961	-63,78%	50.398	-37,63%	932	-37,63%	5.195.792	-37,63%
NARITA A A	756.884	-86,35%	74.475	-29,27%	915	-8,52%	6.637.260	-8,52%
APACLtd. MELB.	16.525	0%	11.260	0%	211	0%	863.773	0%
AUCKLAND IALtd	9.676	-1,78%	11.774	-32,33	282	-35,33	508.257	-1,78%
BRISBANE ACLtd	15.186	0%	5.774	0%	127	0%	958.876	0%
WACLtd PERTH	9.712	-58,51%	4.466	-17,75%	112	-17,75%	409.632	-17,75%
SYDNEY ACLtd.	50.940	-31,37	27.257	-9,81%	482	-9,81%	1.999.183	-9,81%
ADMTL	41.506	-13,00%	23.869	-33,17%	595	-42,94%	314.358	-13,00%
CALGARY A A	18.726	0,00%	5.833	0,00%	145	0,00%	233.142	0,00%
GTAA	194.700	-79,02%	46.783	-49,58%	705	-44,08%	2.160.404	0,00%
OTTAWA IA	14.934	0,00%	5.483	0,00%	148	0,00%	53.365	0,00%
VIAA	34.380	0,00%	19.490	0,00%	294	0,00%	491.155	0,00%
ASUR	30.358	-30,70%	7.864	-8,44	658	-74,36%	807.457	-8,44%
INDIANAPOLIS A A	7.473	0,00%	10.295	0,00%	300	0,00%	960.350	0,00%
MWAA NATIONAL	35.909	-32,91%	28.648	-49,30%	510	-52,99%	694.797	-32,91%
MWAA DULLES	55.658	-36,92%	39.440	-42,75%	703	-42,46%	1.392.935	-36,92%
AD ROMA SpA	156.573	-60,19%	174.207	-79,37%	2.318	-76,00%	2.449.154	-60,19%
SAGA TORINO SpA	19.750	0,00%	19.096	0,00%	425	0,00%	29.551	0,00%
AD FIRENZE SpA	8.984	-11,88%	8.404	-41,06%	200	-40,97%	24.059	-11,88%
DUBLIN AA	228.981	0,00%	135.993	0,00%	2.511	0,00%	654.679	0,00%
BRUSSELS IAC	134.556	-56,82%	57.458	-53,28%	767	-34,36%	1.014.618	34,36%
COPEN. AIRPS A/S	30.220	-15,59%	68.615	-75,64%	1.347	-77,49%	991.109	-15,60%
OSLO F A/S	64.090	-44,56%	35.286	-38,74%	588	-38,74%	1.320.376	-38,74%
CZECH A A	36.687	-70,21%	18.488	-60,46%	1.589	-91,38%	792.245	-60,46%
BAA STANSTED	66.282	-61,55%	35.639	-54,65%	676	-57,87%	1.335.978	-54,65%
MANCHES. AG Plc.	143.876	-57,64%	102.079	-64,41%	1.639	-64,66%	1.710.993	-57,64%
F MÜNCHEN GmbH	214.646	-59,79%	184.488	-66,23%	4.472	-79,91%	2.063.566	-59,79%
F HAMBURG GmbH	39.182	0,00%	79.840	0,00%	809	0,00%	220.285	0,00%
AI GENÈVE	41.793	0,00%	38.823	0,00%	539	0,00%	140.740	0,00%
UNIQUE ZURICH A	70.784	-31,59%	83.156	-63,65%	1.215	-57,01%	1.582.881	-31,59%
F WIEN AG	68.298	0,00%	139.733	0,00%	342	0,00%	475.719	0,00%
ATHENS IA	52.500	-74,63%	15.800	-68,02%	520	-77,89%	1.930.202	-68,02%

DONOL, despeses operacionals no laborals

DOL, despeses operacionals laborals.

Taula 4.2.2.

Inputs reals de les indústries a l'any 2002 amb la reducció necessària en %.

Indústria aeroportuària	DONOL		DOL		EMPLEATS		ACTIUS FIXES	
	Target	Reducció %	Target	Reducció %	Target	Reducció %	Target	Reducció %
HKIA	149720	-59,87%	52813	-45,46%	941	-38,88%	5024828	-38,88%
NARITA A A	810855	0,00%	77517	0,00%	896	0,00%	6821590	0,00%
APACLtd. MELB.	18630	0,00%	10067	0,00%	196	0,00%	859452	0,00%
AUCKLAND IALtd	9393	0,00%	11752	0,00%	262	0,00%	635996	0,00%
BRISBANE ACLtd	16180	0,00%	6095	0,00%	129	0,00%	962627	0,00%
WACLtd PERTH	9194	-17,03%	5126	-17,03%	118	-31,02%	403701	-17,03%
SYDNEY ACLtd.	56208	-4,07%	29024	-28,08%	409	-4,07%	1965287	-9,08%
ADMTL	34431	-10,77%	22363	-3,40%	600	-37,67%	387282	-3,40%
CALGARY A A	17380	0,00%	6535	0,00%	161	0,00%	339945	0,00%
GTAA	201733	-77,76%	50722	-54,88%	916	-54,88%	2786382	-54,88%
OTTAWA IA	16301	-46,38%	5972	-45,44%	150	-45,44%	387282	-45,44%
VIAA	33862	0,00%	20856	0,00%	310	0,00%	533555	0,00%
ASUR	33118	0,00%	7993	0,00%	637	0,00%	802138	0,00%
INDIANAPOLIS A A	10055	0,00%	13990	0,00%	400	0,00%	1126765	0,00%
MWAA NATIONAL	38397	-36,92%	31409	-57,33%	245	-12,55%	753124	-12,55%
MWAA DULLES	61158	-32,29%	42821	-50,29%	380	-5,72%	1509868	-5,72%
AD ROMA SpA	151610	-50,10%	152175	-50,10%	2327	-72,03%	2322802	-50,10%
SAGA TORINO SpA	19492	0,00%	18817	0,00%	414	0,00%	27646	0,00%
AD FIRENZE SpA	7814	0,00%	8569	0,00%	118	0,00%	22963	0,00%
DUBLIN AA	208794	0,00%	142636	0,00%	2416	0,00%	706277	0,00%
BRUSSELS IAC	108288	-54,75%	53463	-40,12%	768	-40,12%	1133053	-40,12%
COPEN. AIRPORTS A/S	33399	-10,08%	70809	-69,87%	1347	-71,72%	1037292	-10,08%
OSLO F A/S	59000	-29,86%	45166	-29,86%	581	-29,86%	1283355	-29,86%
CZECH A A	33658	-54,51%	21078	-54,51%	1624	-90,45%	786798	-54,51%
BAA STANSTED	84842	-53,02%	37151	-36,40%	705	-45,88%	1570303	-36,40%
MANCHESTER AG Plc.	206203	-51,69%	119245	-45,62%	1924	-46,07%	1704044	-45,62%
F MÜNCHEN GmbH	221266	-57,26%	193712	-57,26%	4568	-77,62%	2091034	-57,26%
F HAMBURG GmbH	32192	0,00%	75966	0,00%	808	0,00%	235711	0,00%
AI GENÈVE	43251	0,00%	42548	0,00%	575	0,00%	163505	0,00%
UNIQUE ZURICH A	68832	-32,34%	89236	-32,34%	1273	-54,20%	1831201	-32,34%
F WIEN AG	68298	0,00%	120259	0,00%	336	0,00%	510902	0,00%
ATHENS IA	68500	-70,80%	27900	-68,72%	712	-72,72%	1853899	-68,72%

Taula 4.3.2.

Inputs reals de les indústries a l'any 2003 amb la reducció necessària en %.

Indústria aeroportuària	DONOL		DOL		EMPLEATS		ACTIUS FIXES	
	Target	Reducció %	Target	Reducció %	Target	Reducció %	Target	Reducció %
HKIA	145796	-58,83%	53109	-47,17%	963	-51,01%	4913927	-54,04%
NARITA A A	775859	-86,28%	77180	-35,54%	912	-8,26%	6961160	-42,46%
APACLtd. MELB.	22775	0,00%	10644	0,00%	179	0,00%	856922	0,00%
AUCKLAND IALtd	7787	0,00%	11875	0,00%	276	0,00%	649975	0,00%
BRISBANE ACLtd	17089	0,00%	7888	0,00%	139	0,00%	959872	0,00%
WACLtd PERTH	16034	-40,72%	5763	-21,80%	127	-41,52%	407255	-21,80%
SYDNEY ACLtd.	51365	-10,90%	24587	-13,01%	399	-9,85%	3646954	-52,78%
ADMTL	41566	-22,08%	25424	-31,20%	600	-57,04%	518465	-22,08%
CALGARY A A	26164	0,00%	6848	0,00%	161	0,00%	374970	0,00%
GTAA	243818	-76,52%	55890	-59,32%	1006	-59,32%	3376895	-59,32%
OTTAWA IA	15836	-33,34%	6580	-33,34%	155	-44,71%	227854	-33,34%
VIAA	39268	0,00%	19927	0,00%	298	0,00%	516220	0,00%
ASUR	38383	0,00%	9551	0,00%	665	0,00%	875719	0,00%
INDIANAPOLIS A A	13050	0,00%	14907	0,00%	400	0,00%	952114	0,00%
MWAA NATIONAL	39133	-14,95%	32794	-49,60%	270	-4,86%	816968	-4,86%
MWAA DULLES	67046	-34,51%	46477	-53,80%	420	-18,37%	1637864	-18,37%
AD ROMA SpA	153955	-49,90%	150389	-49,90%	2256	-59,88%	2418763	-49,90%
SAGA TORINO SpA	17817	-7,07%	18344	-7,07%	442	-50,49%	63393	-7,07%
AD FIRENZE SpA	8753	0,00%	8893	0,00%	117	0,00%	23338	0,00%
DUBLIN AA	219140	0,00%	145103	0,00%	2352	0,00%	717430	0,00%
BRUSSELS IAC	121531	-54,71%	54827	-42,54%	779	-41,17%	1104631	-41,17%
COPENH. AIRPS A/S	43444	-34,79%	71830	-73,64%	1352	-72,63%	1978023	-34,79%
OSLO F A/S	62756	-22,43%	37056	-22,43%	579	-28,78%	1225016	-22,43%
CZECH A A	32246	-45,75%	24471	-63,25%	1658	-91,21%	798947	-45,75%
BAA STANSTED	35639	-13,77%	39465	-47,28%	855	-52,09%	1664838	-13,77%
MANCHES. AG Plc.	195761	-47,97%	113468	-47,97%	2411	-61,76%	1675911	-47,97%
F MÜNCHEN GmbH	296670	-44,85%	220551	-44,85%	4891	-66,95%	2152218	-44,85%
F HAMBURG GmbH	35872	0,00%	77417	0,00%	782	0,00%	277748	0,00%
AI GENÈVE	46894	0,00%	47514	0,00%	540	0,00%	192686	0,00%
UNIQUE ZURICH A	97922	-36,56%	88800	-36,56%	1289	-45,91%	1916303	-36,56%
F WIEN AG	74583	0,00%	147151	0,00%	355	0,00%	578064	0,00%
ATHENS IA	64400	-64,26%	29300	-64,26%	696	-64,26%	2039735	-64,26%

Taula 4.4.2.

Inputs reals de les indústries a l'any 2004 amb la reducció necessària en %.

Indústria aeroportuària	DONOL		DOL		EMPLEATS		ACTIUS FIXES	
	Target	Reducció %	Target	Reducció %	Target	Reducció %	Target	Reducció %
HKIA	141726	-58,88%	52480	-47,48%	958	-52,34%	4913927	-60,14%
NARITA A A	780588	-86,70%	89326	-45,60%	891	-17,24%	6961160	-17,24%
APACLtd. MELB.	23994	0,00%	11349	0,00%	188	0,00%	856922	0,00%
AUCKLAND IALtd	6589	0,00%	11343	0,00%	281	0,00%	649975	0,00%
BRISBANE ACLtd	19077	0,00%	8136	0,00%	143	0,00%	959872	0,00%
WACLtd PERTH	19099	-52,32%	6955	-37,84%	132	-45,99%	407255	-37,84%
SYDNEY ACLtd.	46659	0,00%	21517	0,00%	286	0,00%	3646954	0,00%
ADMTL	40156	-21,93%	26646	-26,78%	600	-56,10%	518465	-21,93%
CALGARY A A	26303	0,00%	7568	0,00%	162	0,00%	374970	0,00%
GTAA	255521	-77,18%	62462	-60,68%	1041	-60,68%	3376895	-60,68%
OTTAWA IA	18329	-43,15%	7364	-28,57%	163	-45,49%	227854	-28,57%
VIAA	38494	0,00%	22692	0,00%	284	0,00%	516220	0,00%
ASUR	47234	0,00%	7935	0,00%	619	0,00%	875719	0,00%
INDIANAPOLIS A A	19010	-10,71%	15300	-10,71%	415	-10,71%	952114	-14,01%
MWAA NATIONAL	39856	-7,40%	34011	-29,78%	300	-7,40%	816968	-7,40%
MWAA DULLES	64778	0,00%	44637	0,00%	460	0,00%	1637864	0,00%
AD ROMA SpA	155269	-48,42%	155839	-48,42%	2314	-60,13%	2418763	-48,42%
SAGA TORINO SpA	18604	0,00%	17944	0,00%	447	0,00%	63393	0,00%
AD FIRENZE SpA	9432	0,00%	9676	0,00%	133	0,00%	23338	0,00%
DUBLIN AA	215694	0,00%	159941	0,00%	2382	0,00%	717430	0,00%
BRUSSELS IAC	114914	-53,23%	52305	-32,76%	768	-41,55%	1104631	-32,76%
COPENH. AIRPS A/S	45731	-11,64%	82170	-64,31%	1485	-75,32%	1978023	-11,64%
OSLO F A/S	100321	-52,05%	32315	-12,21%	552	-19,56%	1225016	-12,21%
CZECH A A	40173	-55,72%	27134	-57,51%	1709	-89,68%	798947	-55,72%
BAA STANSTED	69938	-33,59%	52430	-33,59%	988	-54,25%	1664838	-33,59%
MANCHES. AG Plc.	200761	-50,08%	107852	-38,23%	2573	-60,56%	1675911	-38,23%
F MÜNCHEN GmbH	320442	-30,32%	220874	-27,74%	4946	-51,59%	2152218	-27,74%
F HAMBURG GmbH	31968	0,00%	74140	0,00%	716	0,00%	277748	0,00%
AI GENÈVE	51898	0,00%	49939	0,00%	556	0,00%	192686	0,00%
UNIQUE ZURICH A	104000	-41,44%	85494	-41,44%	1260	-51,14%	1916303	-41,44%
F WIEN AG	97373	0,00%	169953	0,00%	357	0,00%	578064	0,00%
ATHENS IA	80000	-64,04%	34600	-64,04%	698	-64,04%	2039735	-64,04%

En el cas dels outputs, les taules 4.1.3 a 4.4.3 representen les produccions reals que la quantitat original que cada indústria ha produït i, la millora, mesura percentualment la quantitat necessària de l'output per tal que arribi a ser eficient.

Taula 4.1.3.

Produccions reals de les indústries l'any 2001 amb la millora necessària en %.

Indústria Aeroportuària	WLU		ATM		INOA	
	Target €	Millora%	Target	Millora%	Target €	Millora%
HKIA	53548760	13,75	186400	243,44	217570	0
NARITA A A	42188370	119,27	124600	802,72	338937	0
APACLtd. MELB.	20837250	0	187400	0	73440	0
AUCKLAND IALtd	10293540	7,81	147900	9,27	49952	0
BRISBANE ACLtd	14492100	0	175800	0	51827	0
WACLtd PERTH	5546490	22,59	57600	38,17	27056	0
SYDNEY ACLtd.	28742200	49,05	317300	22,8	151889	0
ADMTL	11786210	2,7	232400	0	45139	10,58
CALGARY A A	8659900	0	138400	0	23104	0
GTAA	31082880	0	406300	0	111617	15,28
OTTAWA IA	3391000	0	72600	0	10182	0
VIAA	17763740	0	312100	0	87936	0
ASUR	11719790	22,53	194900	0	13867	235,16
INDIANAPOLIS A A	18391720	0	244800	0	79344	0
MWAA NATIONAL	13418880	8,24	244000	0	44811	56,73
MWAA DULLES	20863510	17,72	396900	0	71053	63,84
AD ROMA SpA	26906697	25,05	283700	105,64	165400	0
SAGA TORINO SpA	2970632	0	64900	0	11329	0
AD FIRENZE SpA	1535929	0	31000	6,8	4253	18,23
DUBLIN AA	20534530	0	284500	0	290914	0
BRUSSELS IAC	25522157	0	305500	47,19	106132	0
COPENH. AIRPS A/S	21926644	0	288800	0	86026	7,89
OSLO F A/S	14614756	63,57	194800	85,28	108730	0
CZECH A A	6937774	19,95	115500	14,11	39043	0
BAA STANSTED	14107480	22,51	148900	89,03	82243	0
MANCHESTER AG Plc.	20211770	34,35	181000	167,48	141319	0
F MÜNCHEN GmbH	25747259	26,65	321800	84,11	180500	0
F HAMBURG GmbH	10271352	0	158600	0	65494	0
AI GENÈVE	8030944	0	163200	0	61335	0
UNIQUE ZURICH A	25941591	22,11	309200	68,39	151454	0
F WIEN AG	13448250	0	185400	0	116984	0
ATHENS IA	10884204	0	138000	0	37236	0

INOA, ingressos no aeronàutics

ATM, moviment anual d'aeronaus,

WLU, unitat de càrrega de pagament transportada.

Taula 4.2.3.

Produccions reals de les indústries l'any 2002 amb la millora necessària en %.

Indústria Aeroportuària	WLU		ATM		INOA	
	Target €	Millora%	Target	Millora%	Target €	Millora%
HKIA	58927840	0,00	197700	166,85	207175	6,08
NARITA A A	48902220	0,00	165800	0,00	375425	0,00
APACLtd. MELB.	19805450	0,00	157600	0,00	76336	0,00
AUCKLAND IALtd	10693110	0,00	142600	0,00	53525	0,00
BRISBANE ACLtd	13623190	0,00	150800	0,00	47197	0,00
WACLtd PERTH	4892810	58,66	48600	34,78	30262	0,00
SYDNEY ACLtd.	28313530	36,66	254700	18,88	153417	0,00
ADMTL	11229060	14,74	225500	0,00	45588	24,51
CALGARY A A	8947840	0,00	133700	0,00	27736	0,00
GTAA	29013840	0,00	383200	0,00	108456	2,71
OTTAWA IA	3217000	48,79	68500	0,00	9976	50,60
VIAA	17227390	0,00	296600	0,00	76406	0,00
ASUR	11525420	0,00	201200	0,00	17872	0,00
INDIANAPOLIS A A	15898170	0,00	205900	0,00	77499	0,00
MWAA NATIONAL	12908060	11,81	215700	0,00	50238	17,11
MWAA DULLES	20253480	33,02	372600	0,00	76070	38,14
AD ROMA SpA	26647933	24,16	282800	90,69	169340	0,00
SAGA TORINO SpA	2937561	0,00	59900	0,00	12057	0,00
AD FIRENZE SpA	1390494	0,00	26900	0,00	4112	0,00
DUBLIN AA	21089494	0,00	263700	0,00	271010	0,00
BRUSSELS IAC	19815130	10,01	256900	44,51	103461	0,00
COPENH. AIRPS A/S	22009113	0,00	266900	10,38%	97144	0,00
OSLO F A/S	14034821	72,19	177500	95,43	108984	0,00
CZECH A A	6834739	42,40	115400	18,75	41795	0,00
BAA STANSTED	15880670	70,28	166800	10,71	112396	0,00
MANCHESTER AG Plc.	25691430	14,81	211100	128,84	174983	0,00
F MÜNCHEN GmbH	25412805	23,89	330900	70,03	173100	0,00
F HAMBURG GmbH	9744955	0,00	150200	0,00	54798	0,00
AI GENÈVE	8095767	0,00	163800	0,00	62306	0,00
UNIQUE ZURICH A	22166168	15,14	282200	30,40	139249	0,00
F WIEN AG	13574260	0,00	186800	0,00	118963	0,00
ATHENS IA	12817278	10,81	159500	0,00	49844	0,00

Taula 4.3.3.

Produccions reals de les indústries l'any 2003 amb la millora necessària en%.

Indústria Aeroportuària	WLU		ATM		INOA	
	Target €	Millora%	Target	Millora%	Target €	Millora%
HKIA	53780800	0,00	211700	96,59	198532	5,53
NARITA A A	48083910	98,34	171000	331,59	371514	0,00
APACLtd. MELB.	20404320	0,00	157900	0,00	79485	0,00
AUCKLAND IALtd	11317110	0,00	144500	0,00	33742	0,00
BRISBANE ACLtd	13434020	0,00	136900	0,00	49525	0,00
WACLtd PERTH	5356840	44,74	51600	29,12	30798	0,00
SYDNEY ACLtd.	29854000	37,34	252000	25,91	159724	0,00
ADMTL	11385930	14,62	230100	0,00	48003	29,12
CALGARY A A	9727350	0,00	132900	0,00	24170	0,00
GTAA	27468880	13,62	370100	0,00	114553	0,00
OTTAWA IA	3263000	28,87	69800	0,00	10788	57,60
VIAA	16479390	0,00	290100	0,00	78773	0,00
ASUR	12796830	0,00	225948	0,00	37120	0,00
INDIANAPOLIS A A	16251630	0,00	204000	0,00	45126	0,00
MWAA NATIONAL	14253480	18,29	250800	0,00	58117	27,00
MWAA DULLES	19606210	26,99	335400	0,00	81662	27,16
AD ROMA SpA	27561599	29,25	300800	63,65	171945	0,00
SAGA TORINO SpA	2990578	0,00	54700	0,31	12690	0,00
AD FIRENZE SpA	2990578	0,00	26100	0,00	4981	0,00
DUBLIN AA	22389558	0,00	269700	0,00	283877	0,00
BRUSSELS IAC	21267336	0,00	252200	48,94	99962	0,35
COPENH. AIRPS A/S	21071317	32,64	259000	0,00	102095	0,00
OSLO F A/S	14294890	84,62	175900	95,93	117109	0,00
CZECH A A	8100842	37,84	130400	0,00	46656	0,00
BAA STANSTED	20173450	53,32	171300	65,73	112396	0,00
MANCHESTER AG Plc.	26813000	3,43	247165	86,68	170729	0,00
F MÜNCHEN GmbH	26479308	55,37	343000	109,89	265600	0,00
F HAMBURG GmbH	10317594	0,00	149400	0,00	68607	0,00
AI GENÈVE	8578760	0,00	163800	0,00	68490	0,00
UNIQUE ZURICH A	20923367	59,72	269400	48,48	152449	0,00
F WIEN AG	14512155	0,00	197100	0,00	122208	0,00
ATHENS IA	13264484	5,60	170100	0,00	53589	0,00

Taula 4.4.3.

Produccions reals de les indústries l'any 2004 amb la millora necessària en%.

Indústria Aeroportuària	WLU		ATM		INOA	
	Target €	Millora%	Target	Millora%	Target €	Millora%
HKIA	55046760	0,00	190300	110,96	168753	32,35
NARITA A A	54749286	56,60	186633	255,24	390215	0,00
APACLtd. MELB.	22665310	0,00	165300	0,00	91963	0,00
AUCKLAND IALtd	12673430	0,00	154800	0,00	39329	0,00
BRISBANE ACLtd	15302238	0,00	144700	0,00	58823	0,00
WACLtd PERTH	8532000	0,00	53000	18,40	33739	2,75
SYDNEY ACLtd.	31176000	0,00	266700	0,00	170658	0,00
ADMTL	12874828	16,65	235200	0,00	50401	38,40
CALGARY A A	10414039	0,00	136000	0,00	26376	0,00
GTAA	28292360	21,12	370100	0,00	128563	0,00
OTTAWA IA	3609885	17,59	69600	0,00	12565	48,70
VIAA	16763000	0,00	270400	0,00	81346	0,00
ASUR	13974360	0,00	250802	0,00	24572	0,00
INDIANAPOLIS A A	17114800	3,02	212558	0,00	49425	12,87
MWAA NATIONAL	15970870	0,00	268600	0,00	63653	9,67
MWAA DULLES	25783080	0,00	469600	0,00	102980	0,00
AD ROMA SpA	32213038	13,81	353900	5,89	188044	0,00
SAGA TORINO SpA	3289648	0,00	57800	0,00	14968	0,00
AD FIRENZE SpA	1518747	0,00	24096	0,00	6031	0,00
DUBLIN AA	23640850	0,00	271137	0,00	289750	0,00
BRUSSELS IAC	20970237	0,00	252069	35,54	106100	0,00
COPENH. AIRPS A/S	22391075	8,49	272500	0,00	109754	0,00
OSLO F A/S	15534160	80,13	186800	14,37	132325	0,00
CZECH A A	10165263	9,88	144962	0,00	47699	0,00
BAA STANSTED	23179610	35,66	177400	48,35	139977	0,00
MANCHESTER AG Plc.	29653000	17,80	261700	9,86	206025	0,00
F MÜNCHEN GmbH	29912785	43,78	370534	9,49	355200	0,00
F HAMBURG GmbH	10619193	0,00	151430	0,00	69950	0,00
AI GENÈVE	9094330	0,00	166600	0,00	73700	0,00
UNIQUE ZURICH A	20882296	55,16	266700	13,32	155625	0,00
F WIEN AG	16881779	0,00	224800	0,00	138121	0,00
ATHENS IA	14755252	26,03	191000	0,00	67740	0,00

En el període considerat són autènticament eficients les indústries ubicades a Indianapolis, Vancouver i APACLtd. Melbourne. Així, l'any 2001, ho són, Indianapolis, i Vancouver, mentre que pels anys 2002 i 2003 ho continua també essent Vancouver i, APACLtd. Melbourne i en menor mesura Auckland IALtd. No obstant això, l'any 2004, la de Melbourne és més referent que la de Vancouver.

Les *targets* o objectius originals d'aquestes indústries son adients amb els resultats obtinguts i és nul·la la possible reducció o millora dels seus respectius inputs o outputs.

Per contra, les *targets* de les indústries ineficients s'han diferenciat dels seus comportaments finals i, les respectives *folgues* de cada input són les folgues totals que impedeixen assolir l'eficiència.

En qualsevol cas el que es pretén trobar, des del punt de vista de l'orientació input, són les respectives *folgues* en el procés iniciat en aquest model tot i que com a resultat s'hagin produït millores en les *folgues* dels outputs.

En efecte, les taules 4.1.2. a 4.4.2. expressen les *targets* inicials i les reduccions dels inputs. Aquestes taules mostren que moltes indústries aeroportuàries ineficients tenen capacitats excessives en termes d'empleats, despeses operacionals laborals i despeses operacionals no laborals. En canvi, en el decurs d'aquest quadrienni, la totalitat o la immensa majoria de l'input actius fixes no presenta cap folga i la reducció del seu valor és motivat per la comparació amb les indústries que formen la frontera eficient. Això s'interpreta, des del punt de vista patrimonial, com que la dotació de les indústries és excel·lent en relació als outputs produïts.

En relació amb l'input empleats s'observa que el percentatge de reducció és molt nombrós, i en general, totes les indústries ineficients tenen folgues en aquest input, així per exemple 14 de les 21 aeroports ineficients necessiten reduir aquest input. Per exemple, Copenhagen Airport A/S amb un 77,49% és l'aeroport amb un excés d'empleats més significatiu.

En el comportament de l'input despeses operacionals laborals cal subratllar que l'any 2002, únicament, cinc(5) de les divuit(18) indústries ineficients van tenir excés de DOL sobre tot les indústries HKIA, MWAA National i l'aeroport de Copenhagen. En aquest context els seus administradors haurien de orientar la gestió dels seus recursos humans mitjançant el foment de la seva motivació envers de l'empresa com per exemple, sistemes d'incentius formatius que millorin els seus coneixements tècnics que al capdavant repercuteixi en la seva activitat professional.

En el comportament de l'input despeses operacionals no laborals, i pel que fa als dos darrers anys 2003 i 2004, vuit(8) i set(7) de les vint(20) i divuit(18) indústries ineficients presentaven *folgues*, no obstant això, tret del cas de Narita que la reducció és molt important, les altres 7 (6) presenten valors percentuals no massa

grans. En aquest aeroport urgeix la necessitat de l'administració eficaç dels seus recursos tècnics mesurats a través precisament d'aquest input.

En relació amb els outputs produïts sorprèn positivament la manca, en general, de millora en els ingressos no aeronàutics de les indústries d'arreu del món. En efecte, en el supòsit que aquest output augmentés, l'estratègia de cada indústria per guanyar competitivitat consistiria en establir una política de recaptar menys ingressos aeronàutics, i per tant, una disminució del cost de l'operació de les aerolínies. Les companyies aèries que operessin en aquest aeroport suportarien un cost operatiu menor i, a fi de guanyar competitivitat, podrien en front d'altres companyies, abaratir el preu del bitllet, aquest circumstància podria fer augmentar el coeficient d'ocupació i, en conseqüència, farien pujar novament els ingressos aeronàutics.

En relació amb l'output ATM és notori subratllar la no necessitat de millorar el moviment d'aeronaus als aeroports americans i la majoria dels australians. En el cas dels aeroports europeus, la interpretació es fonamenta en el fet que les seves instal·lacions tenen congestionada la seva capacitat operativa, en tant que, els asiàtics i, la resta dels australians es considera que estan sobredimensionats en relació amb el moviment d'aeronaus que demanden les companyies aèries. Es a dir, a les aerolínies no els hi suposa cap rendibilitat augmentar el nombre de les seves rutes aèries a i, des d'aquests aeroports.

Pel que fa a l'output WLU la millora és, en general, fefaent pel conjunt dels aeroports i, aquesta necessitat es fa palesa tant als aeroports europeus com els de la resta del món.

Tot seguit, s'analitzen els valors obtinguts en l'explotació per la DEA, i en l'escenari de la indústria de l'aeroport de Hong Kong. S'ha utilitzat aquesta indústria pel fet que es considera interessant veure la seva evolució des del principi del període, ja que, com a indústria va iniciar l'any 2000 la seva explotació.

Per l'any 2001, les despeses operacionals no laborals s'han de reduir en un 63,78% per aconseguir un *target* de 56854 milers d'euros, de la quantitat addicional equivalent 100107 milers d'euros corresponen 41050 a la folga d'aquest input, en canvi la resta dels inputs no tenen cap folga i els *targets* equivalents s'haurien

obtingut amb una reducció del 37,63% per la resta dels inputs, és a dir, les despeses operacionals laborals, els empleats i els actius fixes.

Per l'any 2002, la reducció de l'input DONOL ha de ser del 59,87% per aconseguir un *target* de 60086 milers d'euros, de la diferència de 89634 milers d'euros, 31419 corresponen a la folga d'aquest input, pel que fa a les despeses operacionals laborals la reducció hauria de ser del 45,46%, també en aquest cas va existir una *folga* de 3473 milers d'euros que estarien inclosos en la diferència de 24068 milers d'euros sobrant d'aquest input, en canvi, els inputs empleats i actius fixes no presenten cap *folga* i la reducció d'aquests inputs, per aconseguir ser eficients, seria del 38,88% amb la qual cosa les respectius *targets* serien de 575 empleats i 3071048 milers d'euros corresponents als actius fixes.

Per l'any 2003, no solament s'ha de reduir l'input DONOL en un 58,33%, equivalent a un *target* de 60029 milers d'euros, sinó que també de la diferència sobrant de 85767 milers d'euros existeix una *folga* de 16987 milers d'euros, les despeses operacionals laborals no tenen cap *folga* i, el *target* resultant de 25054 milers d'euros s'obté mitjançant una reducció del 47,17%. També s'han de reduir els empleats en 51,01% que significar assolir un *target* de 491 empleats dels 472 empleats sobrants 36 corresponen al fet que la indústria no està treballant al tamany d'escala més productiu, per últim, els actius fixes s'han de reduir en un 54,07% de manera que, únicament, es disposés de 2655298 milers d'euros per arribar a ser eficients.

Finalment, per l'any 2004, s'han de reduir també les despeses operacionals no laborals en un 58,88% equivalent a un *target* de 58278 milers d'euros. De la diferència sobrant de 83448 milers d'euros existeix una *folga* de 16162 milers d'euros. Les despeses operacionals no tenen cap *folga* i el *target* resultant de 27562 milers d'euros s'obté mitjançant una reducció del 47,78%. De la mateixa manera, s'han de reduir els empleats en un 52,34% que significarà assolir un *target* de 457 empleats dels 501 empleats els 46 sobrants corresponen al fet que la indústria no està treballant al tamany d'escala més productiu. En relació amb els actius fixes s'han de reduir en un 60,14% de manera que únicament es disposés de 19586914 milers d'euros.

En allò que es refereix als outputs i també per l'aeroport de Hong Kong, la indústria HKIA a l'any 2001, les Work Load Units haurien d'haver estat de 60911217, és a dir,

havien d'haver millorat en un 13,75% el dèficit, per tant va ser de 7362457 unitats. En relació amb les ATM, el nombre de moviments d'aeronaus a l'aeroport havien d'haver estat de 640181, és a dir, una millora del 243,44% que correspon a 453781 moviments anuals addicionals. No obstant això, el *target* dels ingressos no aeronàutics no va necessitar millorar-se.

L'any 2002, significativament el nombre de WLUs produïdes va ser la idònia, i el nombre d'unitats ATM també va necessitar millorar-se relativament menys que l'any anterior, ja que l'increment de millora va ser 166,85% per un *target* de 527564 moviments d'aeronaus. En aquest any, els ingressos no aeronàutics havien d'haver estat de 219778 milers d'euros és a dir, una millora del 6,08%.

L'any 2003 la indústria va continuar millorant per arribar a la producció al tamany d'escala més productiu, en efecte, les WLUs produïdes va ser adients, el *target* de les ATMs havia d'haver estat de 416186 moviments amb una millora per sota del 100% (96,59%) i, els ingressos no aeronàutics s'haguessin tingut que millorar en un 5,53%.

Finalment, l'any 2004 es trenca la tendència positiva ja que cal una millora del 110,59% en els moviments anuals d'aeronaus i, més del 35% pels ingressos no aeronàutics.

Per acabar l'anàlisi dels inputs directament controlables per les indústries s'observa que, en relació amb els aeroports no eficients, quan a l'explotació bàsica utilitzada, formada pels inputs discrecionals elegits i, els outputs produïts no es considera l'input empleats donant pas a una segona explotació, hi han una majoria d'indústries que conserven el seu índex d'eficiència en relació amb l'explotació original. Aquest fet es repeteix al llarg de cadascun dels quatre anys del període.

Les taules 4.1.4. a 4.4.4 expressen percentualment les possibles o nul·les reduccions dels inputs DOL i DONOL. Aquests resultats es representen respectivament en els diagrames 4.1.5. a 4.4.5.

TAULA 4.1.4.

Índex d'eficiència constants l'any 2001 per a 3 o 4 inputs amb les corresponents reduccions de DONOL i DOL.

Indústria aeroportuària	Índex d'eficiència constant per a tres i quatre inputs en %	Reducció DONOL (%)	Reducció DOL (%)
AUCKLAND IALtd	98,22	0	30,55
ADMTL	86,99	0	20,17
ASUR	91,55	22,26	0
MWAA NATIONAL	67,09	0	16,4
MWAA DULLES	63,08	0	5,83
AD ROMA SpA	39,11	0	19,18
AD FIRENZE SpA	88,11	0	29,18
COPENH. AIRPORTS A/S	84,41	0	60,06
CZECH A A	39,54	9,76	0
BAA STANSTED	45,35	6,9	0
MANCHESTER AG Plc.	42,36	0	3,77
F MÜNCHEN GmbH	40,21	0	6,44
UNIQUE ZURICH A	68,41	0	32,06
ATHENS IA	31,98	6,61	0

TAULA 4.2.4.

Índex d'eficiència constants l'any 2002 per a 3 o 4 inputs amb les corresponents reduccions de DOL i DONOL.

Indústria aeroportuària	Índex d'eficiència constant per a tres i quatre inputs en %	Reducció DONOL (%)	Reducció DOL (%)
WCALtd PERTH	82,97	0	0
ADMTL	96,60	7,37	0
AD ROMA SpA	49,90	0	0
COPENH. AIRPORTS A/S	89,92	0	59,8
CZECH A A	45,49	0	0
BAA STANSTED	63,60	16,62	0
MANCHESTER AG Plc.	54,38	6,07	0
F MÜNCHEN GmbH	42,74	0	0
UNIQUE ZURICH A	67,66	0	0
ATHENS IA	31,28	2,08	0

TAULA 4.3.4.

Índex d'eficiència constants per a 3 o 4 inputs l'any 2003 amb les corresponents reduccions de DONOL i DOL.

Indústria aeroportuària	Índex d'eficiència constant per a tres i quatre inputs en %	Reducció DONOL (%)	Reducció DOL (%)
HKIA	52,83	11,65	0
WCALtd PERTH	78,20	18,92	0
ADMTL	77,91	0	9,11
AD ROMA SpA	50,10	0	0
SAGA TORINO SpA	92,29	0	0
COPENH. AIRPORTS A/S	65,22	0	38,85
OSLO A A/S	77,57	0	0
CZECH A A	54,24	0	17,50
BAA STANSTED	86,23	0	33,51
MANCHESTER AG Plc.	52,02	0	0
F MÜNCHEN GmbH	55,15	0	0
UNIQUE ZURICH A	63,44	0	0

TAULA 4.4.4.
Índex d'eficiència constants per a 3 o 4 inputs l'any 2004 amb les corresponents reduccions de DONOL i DOL.

Indústria aeroportuària	Índex d'eficiència constant per a tres i quatre inputs en %	Reducció DONOL (%)	Reducció DOL (%)
HKIA	52,52	11,41	0
WCALtd PERTH	62,16	14,49	0
ADMTL	78,07	0	4,85
OTTAWA IA	71,43	14,58	0
AD ROMA SpA	51,58	0	0
BRUSSELS IAC	67,24	20,48	0
COPENH. AIRPORTS A/S	88,36	0	53,64
OSLO A A/S	87,79	39,84	0
CZECH A A	44,28	0	1,79
BAA STANSTED	66,40	0	0
MANCHESTER AG Plc.	61,77	11,84	0
F MÜNCHEN GmbH	72,26	2,58	0
UNIQUE ZURICH A	58,56	0	0

En els diagrames 4.1.5 a 4.4.5. no hi ha cap indústria que necessiti assolir simultàniament la reducció dels inputs DONOL i DOL.²³ Ja que en absència d'un dels inputs *i*, donat que, casualment el input actius fixes no té cap *folga*, resulta que les *folgues* restants són específiques de cada input, ja sigui les DOL, o ja sigui les DONOL, a causa que cadascuna fixa el límit de la reducció necessària.

És a dir, a l'explotació sense l'input *empleats* s'observa que, tret l'any 2001, que hi ha *folgues* sobre tot al plànol definit pels índex d'eficiència *i*, les *folgues* DOL, la resta dels períodes la majoria de les indústries se situen en l'eix de l'índex d'eficiència ja que no es requereix cap reducció dels seus inputs a causa de la inexistència de les *folgues*.

Quan disminueix el número d'inputs un mode alternatiu d'explicar la conservació de l'índex d'eficiència seria la següent:

En l'explotació original, 4 inputs, s'observa que quan les indústries ineficients no requereixen cap reducció del nombre d'empleats i es procedeix a la seva abstracció, els índexs no es conservaran i serà necessari, a l'explotació resultant, la reducció dels inputs restants.

²³ L'input Actius Fixes no resta afectat, en l'explotació sense *empleats*, per les indústries ineficients tant si conserven com si no el corresponent índex.

DIAGRAMA 4.1.5.

Representació percentual de les indústries ineficients que l'any 2001 van conservar l'índex d'eficiència tècnica per a les explotacions de 4 i 3 inputs (sense els empleats) i amb únicament folgues en els inputs DOL i DONOL.

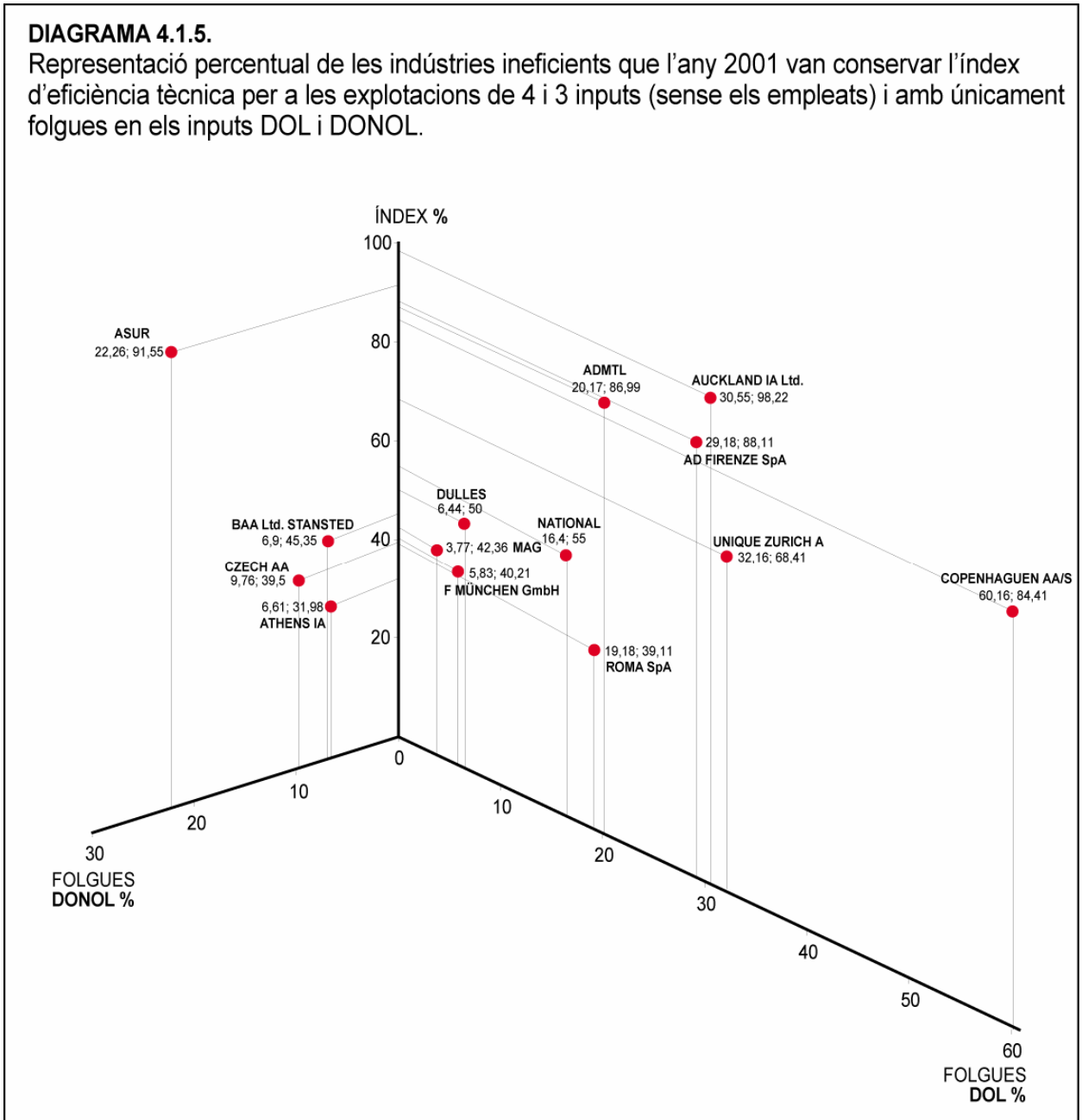


DIAGRAMA 4.2.5.

Representació percentual de les indústries ineficients que l'any 2002 van conservar l'índex d'eficiència tècnica per a les explotacions de 4 i 3 inputs (sense els empleats) i amb únicament folgues en els inputs DOL i DONOL.

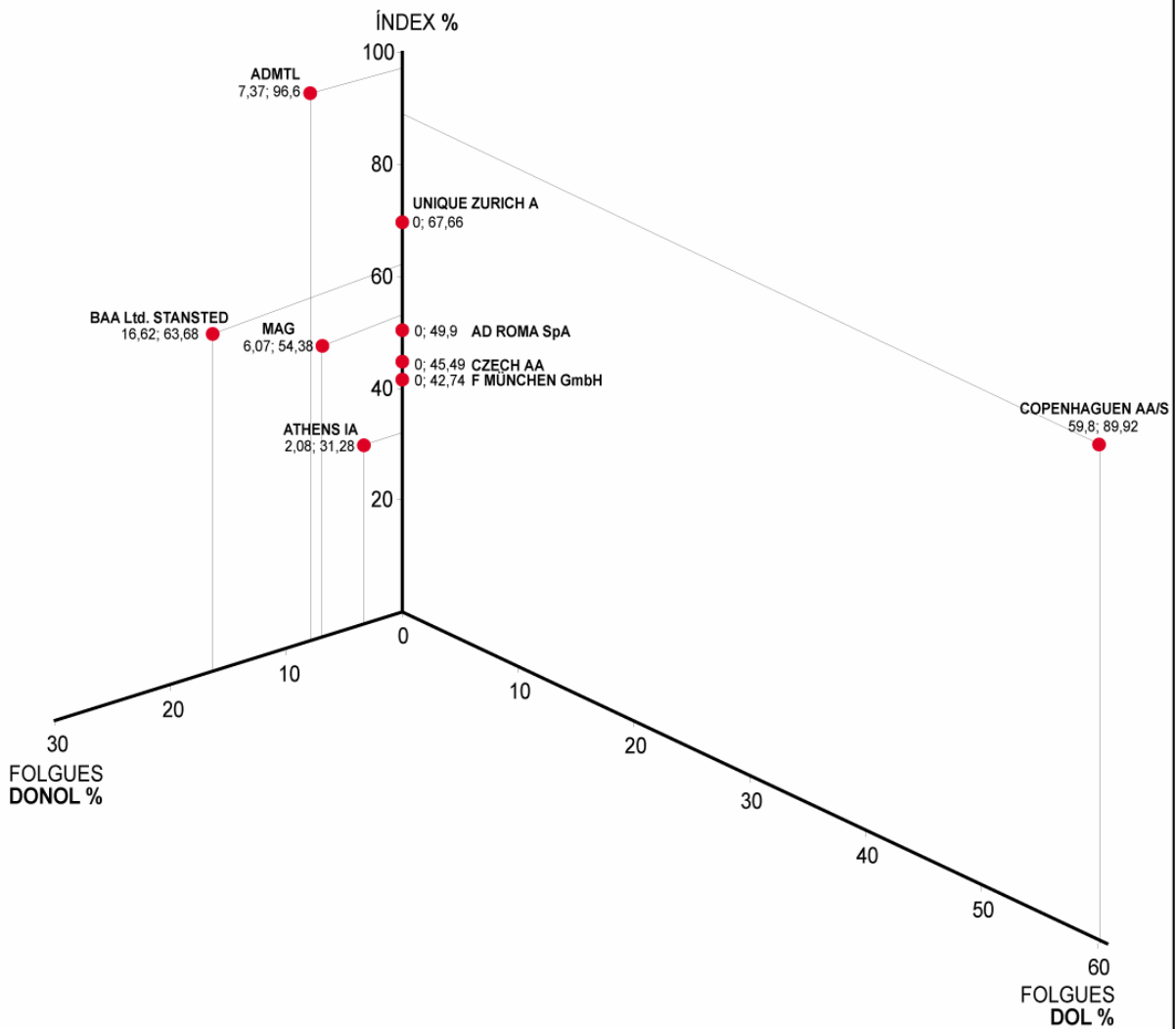
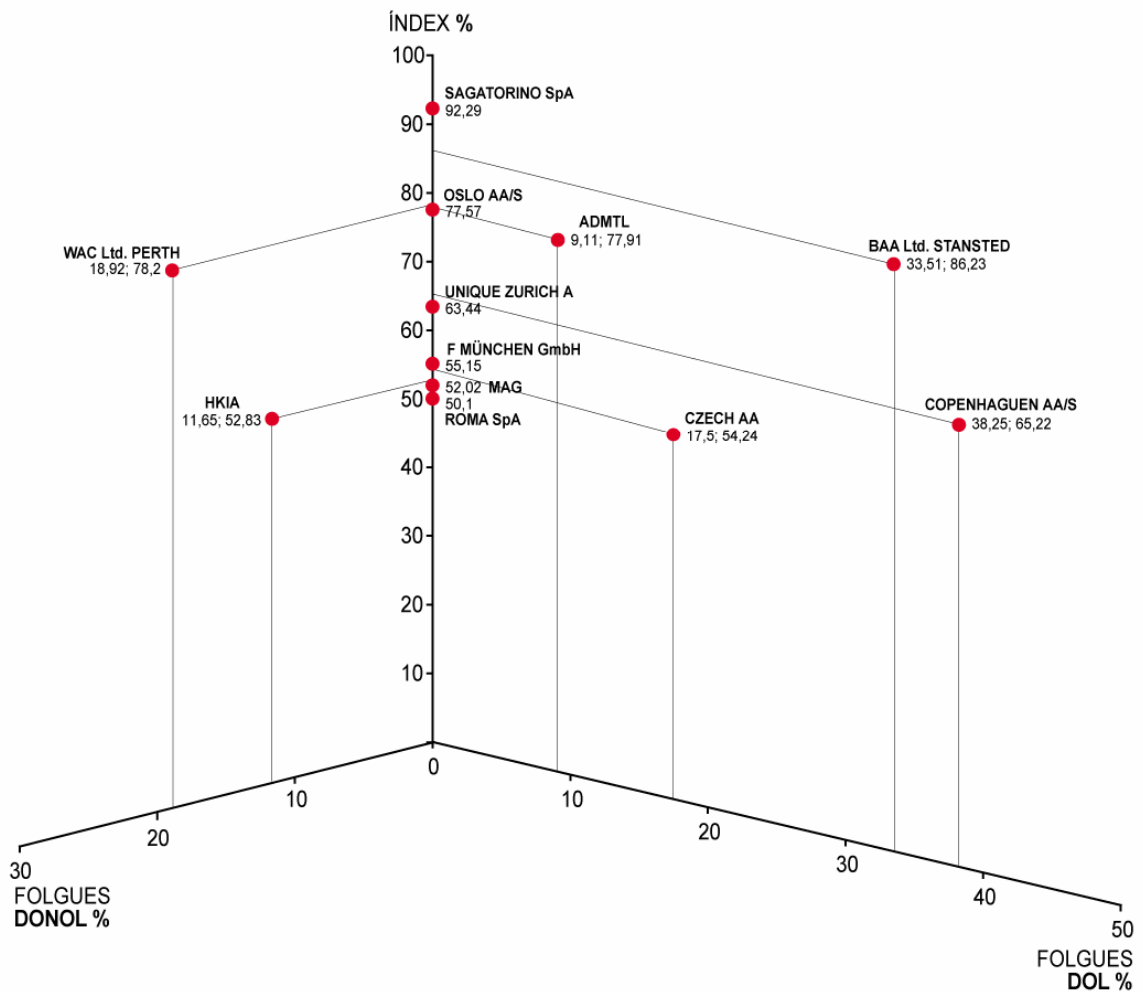


DIAGRAMA 4.3.5.

Representació percentual de les indústries ineficients que l'any 2003 van conservar l'índex d'eficiència tècnica per a les explotacions de 4 i 3 inputs (sense els empleats) i amb únicament folgues en els inputs DOL i DONOL.

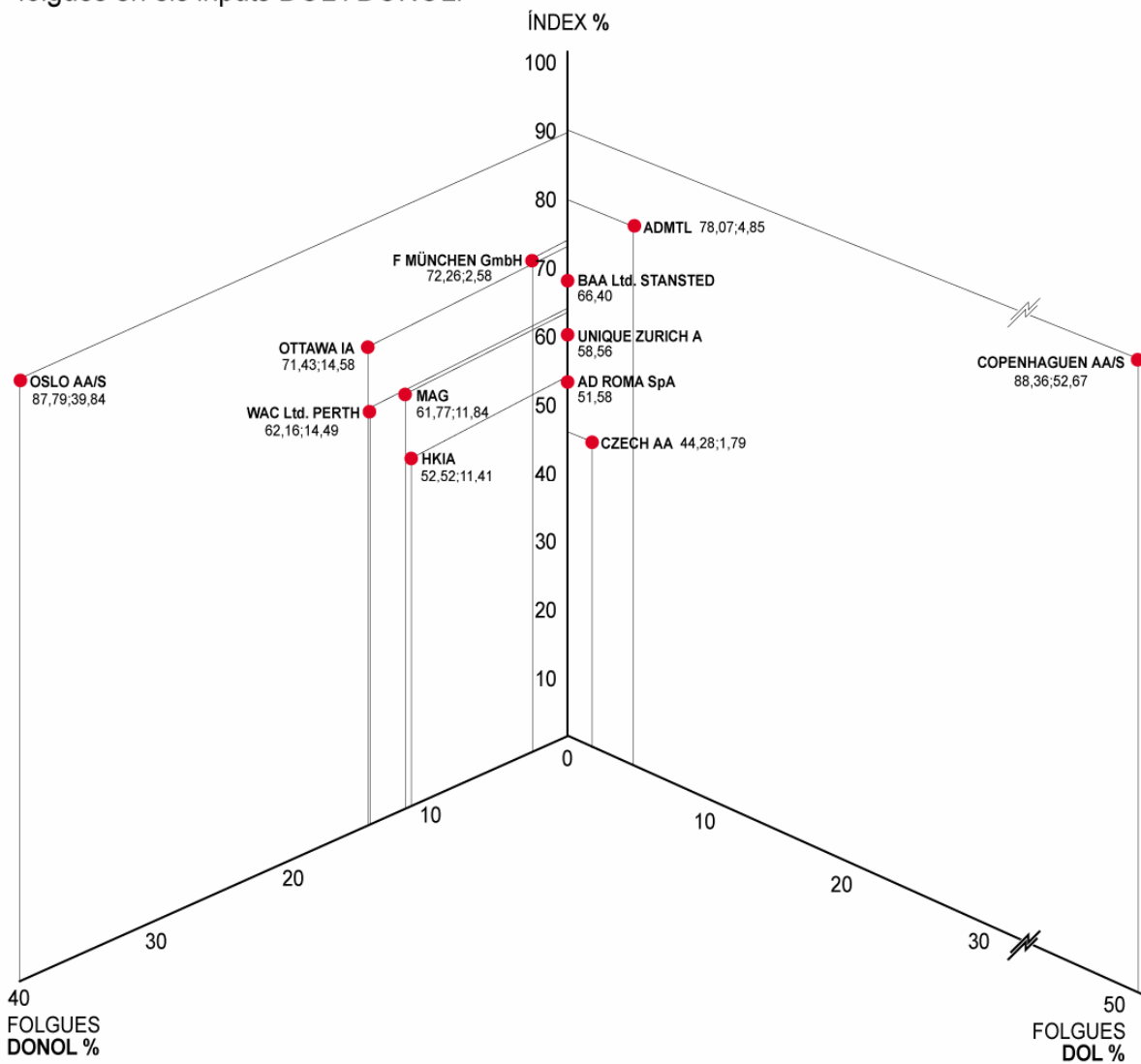


Nota.

La indústria HKIA va presentar també folga per l'input d'Actius Fixes.

DIAGRAMA 4.4.5.

Representació percentual de les indústries ineficients que l'any 2004 van conservar l'índex d'eficiència tècnica per a les explotacions de 4 i 3 inputs (sense els empleats) i amb únicament folgues en els inputs DOL i DONOL.



4.4.2.- Conclusions

S'ha realitzat l'aplicació de l'anàlisi envolupant de dades del model de Charnes et al. en el marc dels rendiments constants a escala i, en el context de l'orientació input, a una explotació de 32 indústries aeroportuàries en les que s'han utilitzat quatre (4) inputs: les despeses operacionals no laborals, les despeses operacionals laborals, els nombre d'empleats en tasques operacionals i, els actius fixes, amb la finalitat d'obtenir tres (3) outputs. Les unitats de càrrega útil transportada a i des de els aeroports, els ingressos no aeronàutics i, el moviment d'aeronaus anual. Aquest procés productiu s'ha gestionat en el període quadriennal comprés entre 2001 i 2004.

Del resultat d'aquesta explotació se'n desprenen les conclusions següents:

Existeixen, en funció de l'any, entre 11 i 14 indústries eficients. A tall d'exemple, hi han unitats eficients que, com a *peers* de les unitats ineficients, es repeteixen fins a 15 o 16 vegades, mentre que, altres unitats eficients únicament són les seves pròpies referents.

En aquest context, a fi de ratificar l'eficiència de les *peers*, s'han dut a terme dues noves aplicacions. En primer lloc, i per a una segona explotació, s'ha prescindint d'un dels inputs, el *nombre d'empleats*. El resultat de l'aplicació ha acreditat el manteniment del lideratge com a *peer* de la indústria VIAA que gestiona l'aeroport de Vancouver. Aquest resultat es manté els anys 2001 a 2003 mentre que l'any 2004 el lideratge l'exerceix la APACLtd de Melbourne.

En segon lloc, i amb l'objectiu d'assegurar què es mante, l'estatus de la segona *peer*, es planteja una tercera explotació formada per tots els inputs de l'explotació inicial però prescindint de la indústria eficient referent líder de cada any. El resultat obtingut indica que la segona *peer* continua mantenint el nombre d'unitats ineficients que la prenen com referent i, fins i tot, augmenta.

En conseqüència, l'aplicació de la DEA per aquesta tercera explotació ratifica la condició de *peer* per aquesta indústria per la indústria de Indianàpolis AA l'any 2001, la indústria APACLtd. de Melbourne els anys 2002 i 2003, i la VIAA l'any 2004.

Tot seguit, s'ha analitzat la reducció necessària de cada input tot calculant les seves *folgues* totals que inclouen tant el comportament de cada indústria com la provocada per cada input.

En aquest context, s'ha arribat a la conclusió que els inputs que determinen específicament el comportament eficient, o ineficient de les empreses, són el resultat de la seva estructura de despeses operacionals. En efecte, s'ha verificat que en absència de l'input "empleats", la *folga* resultant és l'específica d'un dels altres dos inputs, ja sigui de l'input *despeses operacionals laborals* o ja sigui de l'altre input, *despeses operacionals no laborals* ja que, l'input *actius fixos*, té una folga *nul·la* en gairebé totes les unitats i en la pràctica totalitat del període.

Des d'aquest punt de vista, també s'ha comprovat la millora resultant de la producció real dels tres outputs que com a resultat de l'orientació input verifica que es necessari una millora en els outputs càrrega útil transportada i nombre anual de moviment d'aeronaus, i que no cal cap millora en l'output definit per els ingressos no aeronàutics.

Una darrera conclusió fa referència al fet que el nombre d'unitats eficients, amb més nombre d'unitats ineficients que les prenen com a unitats referents, no són europees. La prova justificativa d'aquests resultats és doble. Tant quan s'ha fet servir l'explotació amb únicament tres inputs, com si es prescindeix de la unitat referent *líder*. En el primer d'aquests dos casos, augmenta el nombre d'unitats ineficients europees que prenen com a unitats aeroportuàries referents les indústries ubicades a Vancouver, Indianapolis i Melbourne, mentre que en el segon cas, la segona unitat referent que passa a ocupar el status de *líder*, també augmenta el seu grau de representació o referència en relació amb les unitats ineficients també europees.

No obstant això, els aeroports de Hong Kong i Narita són una excepció de la conclusió anterior. El motiu se centra en el fet que són aeroports que han començat a funcionar justament una mica abans de l'inici del quadrienni i que han utilitzat una quantitat excessiva d'inputs en relació amb la producció obtinguda. Més específicament, la quantitat d'inputs emprats en el marc del factor consum han estat sobredimensionats, tant en relació amb les despeses operacionals laborals com les despeses operacionals no laborals.

4.5.- Desenvolupament de l'aplicació pels inputs no discrecionals

Sobre la base de la informació relativa a les dades dels aeroports i, les variables representatives dels outputs obtinguts per l'empresa aeroportuària es desenvolupa l'Aplicació pels inputs no controlables.

En el marc de l'esquema 4.1 i, tenint en compte, "*L'estructuració de les variables definitòries de la producció de la Indústria Aeroportuària*" de l'apartat 4.3, s'han pres inicialment com factors quantitativs no controlables que gestionen l'administració del capital següents:

- NPET, nombre d'aerobridges de l'edifici o edificis terminal(s) de passatgers de cada aeroport.
- NSCC, nombre de serveis aeris (companyies o operadors aeris) establerts en el complex del centre de càrrega.
- COHA, capacitat operativa horària expressada en termes anuals²⁴.
- SET, superfície de l'edifici o edificis terminals de passatgers.
- SCC, superfície de l'edifici del centre de càrrega aèria.

A la taula 4.5. es mostren les superfícies de les terminals de passatgers i càrrega aèria en m^2 , el nombre de portes d'embarcament dels passatgers (*aerobridges*), nombre de serveis aeris (mixt o tot *càrrega*) i, la capacitat operativa dels aeroports expressada en nombre de moviments d'aeronaus per hora permesos.

²⁴ S'estableix que els aeroports utilitzen la plena capacitat operativa o capacitat horària declarada durant 16 hores diàries.

TAULA 4.5. Dades de Facilitats i Actuacions.

INDÚSTRIES AEROPORTUÀRIES.	Superfície Edifici Terminal (m2)	Nombre de portes, pasarel·les o airbridges	Superfície Edifici Centre de càrrega aèria (m2)	nombre de serveis aeris (mix o cargo)	Capacitat Operativa (movim. /hora)
HKIA	570000	48	439000	21	50
NARITA A A	586000	112	259000	20	45
APACLtd. MELB.	125000	60	80000	14	78
AUCKLAND IALtd	81475	14	60500	47	28
BRISBANE ACLtd	69450	59	23150	31	60
WACLtd PERTH	6010,4	10	11060	7	44
SYDNEY ACLtd.	330487	65	109020	46	80
ADMTL	162000	55	64000	20	115(4)
CALGARY A A	120368	29	54813	53	30
GTAA	350000	104	69677	52	92
OTTAWA IA	60387	18	na	0	25
YVR AS	256125	53	Variable (3)	48	90
ASUR CANCÚN	82000	30	33000	18	84(4)
INDIANAPOLIS A A	62524	33	67500	30	80
MWAA NATIONAL	140284	45	na	0	Variable (5)
MWAA DULLES	Variable (1)	Variable (2)	48000	24	100
AD ROMA SpA	295320	37	70000	87	90
SAGA TORINO SpA	81343	36	6000	7	24
AD FIRENZE SpA	11400	6	na	0	10
DUBLIN A A Plc.	45467	52	90000	55	44
BRUSSELS IAC	125000	32	77000	44	70
COPENH. AIRPORTS A/S	95000	52	88000	78	83
OSLO A A/S	144000	34	40000	42	80
CZECH A A	42700	16	3500	30	35
BAA STANSTED	60093	18	40007	25	40
MANCHESTER AG Plc.	Variable 6'	Variable 6"	Variable(6)	Varaible(7)	120(4)
F MÜNCHEN GmbH	458000	43	53000	107	90
F HAMBURG GmbH	68300	14	19000	12	30
AI GENÈVE	40000	Variable (8)	24000	26	38
UNIQUE ZURICH A	154000	43	55400	102	60
F WIEN AG	55694	35	56250	55	65
ATHENS IA	150000	24	42100	20	65

- 1 2001-2002: 112412 2003-2004: 162580
- 2 2001-2002 (83) 2003-2004 (110)
- 3 2001-2002: 96156 2003-2004:108156
- 4 Es la suma de la capacitat operativa del conjunt d'aeroports de cada indústria
- 5 2001-2002 (86) 2003-2004 (108)
- 6 2001:51097;2002-2003:84310; 2004:113110.
- 6' 2001:499932
- 6" 2001:46;2002-2004:58;
- 7 2001: 95; 2002-2004:: 131;
- 8 2001-2002:7;2003-2004:17

Considerant els inputs no controlables de la taula B.7 de l'annex B s'avalua l'eficiència relativa de cadascun dels 32 aeroports per als anys 2001 a 2004.

4.5.1.- Anàlisi de la sensibilitat dels resultats

El concepte d'eficiència mesurat no és, en realitat, el d'eficiència tècnica perquè tres dels quatre inputs controlables s'expressen en termes monetaris, és a dir al tractar-se de variables monetàries s'ha pretés presentar a una mateixa dotació física.

A partir de les dades de les facilitats aeroportuàries i, les actuacions operatives en el si de cada aeroport s'han dissenyat els tres inputs que no són controlables pels gestors aeroportuaris. Les definicions de les variables poden proporcionar informació redundant que s'haurà d'analitzar estadísticament i, per tant, això significarà tenir alternatives a la selecció inicial dels inputs no controlables, és a dir, com a resultat de les característiques de la DEA s'ha de tenir en compte que, en relació amb la seva capacitat de discriminar, disminueix a mesura que augmentin el nombre de variables utilitzades.

Considerant l'anàlisi de Cordero et al. (2005), en relació amb la sensibilitat dels resultats davant models alternatius, es planteja per un costat renunciar a part de la informació i disminuir el nombre d'inputs no controlables i, per altra banda, sintetitzar la informació en un nombre reduït de variables mitjançant l'anàlisi de components principals (ACP).

Aquesta tècnica té com objectiu concentrar la informació continguda en un nombre determinat de variables originals en un conjunt més reduït de factors amb una mínima pèrdua d'informació. La posada en pràctica de l'anàlisi factorial per mitjà de l'ACP ha permès identificar dos components (de les cinc que inicialment es pretenia que fossin objecte d'aquest anàlisi i que figuren en l'annex B.²⁵ A més de l'anàlisi de la matriu de components rotades, es pot comprovar a la Taula 4.6 adjunta el següent:

²⁵ A les taules B.8 a B.11 de l'annex B s'exposen els resultats obtinguts després d'aplicar el programa SPSS. En el decurs dels 4 anys es mostra que s'abasta més del 74 per 100 del total de la informació original

TAULA 4.6.- MATRIU DE COMPONENTES ROTADES.
Mètode de rotació: Normalització Varimax amb Kaiser

2001	Component	
	1	2
NPET	0,687	0,452
NSCC	0,030	0,778
COHA	0,147	0,864
SET	0,917	0,175
SCC	0,912	-0,099

2002	Component	
	1	2
NPET	0,644	0,488
NSCC	0,030	0,761
COHA	0,148	0,868
SET	0,917	0,167
SCC	0,908	-0,053

2003	Component	
	1	2
NPET	0,642	0,496
NSCC	0,019	0,761
COHA	0,143	0,869
SET	0,917	0,175
SCC	0,913	-0,076

2004	Component	
	1	2
NPET	0,671	0,484
NSCC	0,025	0,792
COHA	0,155	0,871
SET	0,918	0,164
SCC	0,912	-0,067

En els quatre anys analitzats, el primer factor seria la superfície de l'edifici terminal de passatgers, SET, no obstant això, resulta que els edificis del centre de càrrega destinada a l'emmagatzematge i, el tractament de les mercaderies, SCC, és el valor menys significatiu del segon factor. Per la seva banda, el segon factor, seria la capacitat operativa horària expressada en terme anuals, COHA, no obstant això, i amb el mateix raonament, és el nombre de serveis aeris del centre de càrrega, NSCC, el valor menys significativa del conjunt 1.²⁶

Per tant, l'opció d'anàlisi elegida és la de fer servir únicament dos variables: SCC i, NSCC.

²⁶ En vermell, els valors elegits de les components 1 i 2, en front dels valors en blau que són superiors, però no tenen la contrapartida associada a l'altra component.

En relació amb la resta dels inputs no controlables pel gestor que no han estat objecte d'anàlisi perquè s'ha considerat que la pèrdua d'informació, al no tenir-los en compte és mínima, té també una explicació pràctica. En efecte, tant l'input definit per la *superfície de l'edifici terminal*, SET, com el nombre d'*aerobridges*, NPET, no ha comportat en el període analitzat cap mena de desajustament en l'operativa aeroportuària i, per tant, no s'ha produït el *crowding* d'aquests aeroports, des d'un punt de vista global.

Aquest resultat no es contradiu amb el fet que alguns aeroports europeus presentin un desajustament entre la gestió de la terminal de passatgers i les seves respectives infraestructures.

Així mateix, en relació amb l'input *capacitat operativa declarada expressada en termes anuals*, COHA, la pèrdua d'informació resultant de no considerar-lo tampoc és determinant.

És a dir, la seva influència sobre la funció productiva, i més concretament sobre l'output ATMs és nul·la. Això s'interpreta com que l'assignació de *slots* ha guardat relació amb la geometria del camp de vol, és a dir, el disseny del recorregut de les aeronaus per els carrers de rodada ha permès un nombre d'operacions anuals efectuades que en cap cas ha superat la capacitat horària expressada en termes anuals.

D'acord amb l'exposició sobre la metodologia del capítol III la inclusió dels factors externs per a l'anàlisi de l'eficiència presenta dues alternatives, els models d'una etapa i, el model de diverses etapes.

4.5.1.1.- El model d'una etapa

En el model d'una etapa s'introdueixen els inputs no controlables des del principi segon el model proposat per Banker i Morey (1986).

Sobre el conjunt format pels inputs no controlables que figuren en les explotacions de les Taules 4.1.6 a 4.4.6²⁷, aquest model que avalua l'eficiència relativa en el context CCR-I té el plantejament següent:

$$\min \theta_m$$

s.a.

$$\sum_{n=1}^{32} y_{jn} \lambda_n \geq y_{jm}; \quad j = 1,2,3 \text{ outputs (WLUs, ATMs, INOAs).}$$

$$\sum_{n=1}^{32} x_{in} \lambda_n \leq \theta_m x_{im}; \quad i = 1,2,3,4 \text{ inputs (DOL, DONOL, E, AF).}$$

$$\sum_{n=1}^{32} x_{in} \lambda_n \leq x_{im}; \quad i = 1,2, \text{ inputs (SCC, NSCC)}$$

$$\lambda_n \geq 0 \quad n = 1,2,\dots,32 \text{ indústries aeroportuàries}$$

$$\theta_m \quad \text{no restringit}$$

I ha estat resolt, també, mitjançant la Learning Version del software DEA- Solver de Coper, Seiford i Tone.

²⁷ Correspon a les Taules B.12 a B.15 de l'annex B.

Taula 4.1.7. Explotació 2001. INOC.

Indústries Aeroportuàries 2001	Superfície Edificis Centre de càrrega aèria (m ²) (SCC)	Nombre de serveis aeris (mix o tot cargo) de l'edifici del centre de càrrega (NSCC)	Despeses Operacionals No Laborals [euros (000)]	Despeses Operacionals Laborals [euros (000)]	Empleats	Actius Fixes [euros (000)]	WLUs	ATM	Ingressos No Aeronàutics [euros (000)]
HKIA	439000	21	156961	50398	932	5195792	53548760	186400	217570
NARITA A A	259000	20	756884	74475	915	6637260	42188370	124600	338937
APACLtd. MELB.	80000	14	16525	11260	211	863773	20837250	187400	73440
AUCKLAND IALtd	60500	47	9676	11774	282	508257	10293540	147900	49952
BRISBANE ACLtd	23150	31	15186	5774	127	958876	14492100	175800	51827
WACLtd PERTH	11060	7	9712	4466	112	409632	5546490	57600	27056
SYDNEY ACLtd.	109020	46	50940	27257	482	1999183	28742200	317300	151889
ADMTL	64000	20	41506	23869	595	314358	11786210	232400	45139
CALGARY A A	54813	53	18726	5833	145	233142	8659900	138400	23104
GTAA	69677	52	194700	46783	705	2160404	31082880	406300	111617
OTTAWA IA	0	0	14934	5483	148	53365	3391000	72600	10182
VIAA	96156	48	34380	19490	294	491155	17763740	312100	87936
ASUR	33000	18	30358	7864	658	807457	11719790	194900	13867
INDIANAPOLIS A A	67500	30	7473	10295	300	960350	18391720	244800	79344
MWAA NATIONAL	0	0	35909	28648	510	694797	13418880	244000	44811
MWAA DULLES	48000	24	55658	39440	703	1392935	20863510	396900	71053
AD ROMA SpA	70000	87	156573	174207	2318	2449154	26906697	283700	165400
SAGA TORINO SpA	6000	7	19750	19096	425	29551	2970632	64900	11329
AD FIRENZE SpA	0	0	8984	8404	200	24059	1535929	31000	4253
DUBLIN A A Plc.	90000	55	228981	135993	2511	654679	20534530	284500	290914
BRUSSELS IAC	77000	44	134556	57458	767	1014618	25522157	305500	106132
COPENH. AIRPORTS A/S	88000	78	30220	68515	1347	991109	21926644	288800	86026
OSLO F A/S	40000	42	64090	35286	588	1320376	14614756	194800	108730
CZECH A A	3500	30	36687	18488	1589	792245	6937774	115500	39043
BAA STANSTED	40007	25	66282	35639	676	1335978	14107480	148900	82243
MANCHESTER AG Plc.	51097	95	143876	102079	1639	1710993	20211770	181000	141319
F MÜNCHEN GmbH	53000	107	214646	184488	4472	2063566	25747259	321800	180500
F HAMBURG GmbH	19000	12	39182	79840	809	220285	10271352	158600	65494
AI GENÈVE	24000	26	41793	38823	539	140740	8030944	163200	61335
UNIQUE ZURICH A	55400	102	70784	83156	1215	1582881	25941591	309200	151454
F WIEN AG	56250	55	68298	139733	342	475719	13448250	185400	116984
ATHENS IA	42100	20	52500	15800	520	1930202	10884204	138000	37236

Taula 4.2.7. Explotació 2002. INOC.

Indústries Aeroportuàries 2002	Superfície Edificis Centre de càrrega aèria (m ²) (SCC)	Nombre de serveis aeris (mix o tot cargo) de l'edifici del centre de càrrega (NSCC)	Despeses Operacionals No Laborals [euros (000)]	Despeses Operacionals Laborals [euros (000)]	Empleats	Actius Fixes [euros (000)]	WLUs	ATM	Ingressos No Aeronàutics [euros (000)]
HKIA	439000	21	149720	52813	941	5024828	58927840	197700	207175
NARITA A A	259000	20	810855	77517	896	6821590	48902220	165800	375425
APACLtd. MELB.	80000	14	18630	10067	196	859452	19805450	157600	76336
AUCKLAND IALtd	60500	47	9393	11752	262	635996	10693110	142600	53525
BRISBANE ACLtd	23150	31	16180	6095	129	962627	13623190	150800	47197
WACLtd PERTH	11060	7	9194	5126	118	403701	4892810	48600	30262
SYDNEY ACLtd.	109020	46	56208	29024	409	1965287	28313530	254700	153417
ADMTL	64000	20	34431	22363	600	387282	11229060	225500	45588
CALGARY A A	54813	53	17380	6535	161	339945	8947840	133700	27736
GTAA	69677	52	201733	50722	916	2786382	29013840	383200	108456
OTTAWA IA	0	0	16301	5972	150	387282	3217000	68500	9976
VIAA	96156	48	33862	20856	310	533555	17227390	296600	76406
ASUR	33000	18	33118	7993	637	802138	11525420	201200	17872
INDIANAPOLIS A A	67500	30	10055	13990	P	1126765	15898170	205900	77499
MWAA NATIONAL	0	0	38397	31409	245	753124	12908060	215700	50238
MWAA DULLES	48000	24	61158	42821	380	1509868	20253480	372600	76070
AD ROMA SpA	70000	87	151610	152175	2327	2322802	26647933	282800	169340
SAGA TORINO SpA	6000	7	19492	18817	414	27646	2937561	59900	12057
AD FIRENZE SpA	0	0	7814	8569	118	22963	1390494	26900	4112
DUBLIN A A Plc.	90000	55	208794	142636	2416	706277	21089494	263700	271010
BRUSSELS IAC	77000	44	108288	53463	768	1133053	19815130	256900	103461
COPENH. AIRPORTS A/S	88000	78	33399	70809	1347	1037292	22009113	266900	97144
OSLO F A/S	40000	42	59000	45166	581	1283355	14034821	177500	108984
CZECH A A	3500	30	33658	21078	1624	786798	6834739	115400	41795
BAA STANSTED	40007	25	84842	37151	705	1570303	15880670	166800	112396
MANCHESTER AG Plc.	84310	131	206203	119245	1924	1704044	25691430	211100	174983
F MÜNCHEN GmbH	53000	107	221266	193712	4568	2091034	25412805	330900	173100
F HAMBURG GmbH	19000	12	32192	75966	808	235711	9744955	150200	54798
AI GENÈVE	24000	26	43251	42548	575	163505	8095767	163800	62306
UNIQUE ZURICH A	55400	102	68832	89236	1273	1831201	22166168	282200	139249
F WIEN AG	56250	55	68298	120259	336	510902	13574260	186800	118963
ATHENS IA	42100	20	68500	27900	712	1853899	12817278	159500	49844

Taula 4.3.7. Explotació 2003. INOC.

Indústries Aeroportuàries 2003	Superfície Edificis Centre de càrrega aèria (m ²) (SCC)	Nombre de serveis aeris (mix o tot cargo) de l'edifici del centre de càrrega (NSCC)	Despeses Operacionals No Laborals [euros (000)]	Despeses Operacionals Laborals [euros (000)]	Empleats	Actius Fixes [euros (000)]	WLUs	ATM	Ingressos No Aeronàutics [euros (000)]
HKIA	439000	21	145796	53109	963	4913927	53780800	211700	198532
NARITA A A	259000	20	775859	77180	912	6961160	48083910	171000	371514
APACLtd. MELB.	80000	14	22775	10644	179	856922	20404320	157900	79485
AUCKLAND IALtd	60500	47	7787	11875	276	649975	11433200	144500	33742
BRISBANE ACLtd	23150	31	17089	7888	139	959872	13434020	136900	49525
WACLtd PERTH	11060	7	16034	5763	127	407255	5356840	51600	30798
SYDNEY ACLtd.	109020	46	51365	24587	399	3646954	29854000	252000	159724
ADMTL	64000	20	41566	25424	600	518465	11385930	230100	48003
CALGARY A A	54813	53	26164	6848	161	374970	9727350	132900	24170
GTAA	69677	52	243818	55890	1006	3376895	27468880	370100	114553
OTTAWA IA	0	0	15836	6580	155	227854	3263000	69800	10788
VIAA	108156	48	39268	19927	298	516220	16479390	290100	78773
ASUR	33000	18	38383	9551	665	875719	12796830	225948	37120
INDIANAPOLIS A A	67500	30	13050	14907	400	952114	16251630	204000	45126
MWAA NATIONAL	0	0	39133	32794	270	816968	14253480	250800	58117
MWAA DULLES	48000	24	67046	46477	420	1637864	19606210	335400	81662
AD ROMA SpA	70000	87	153955	150389	2256	2418763	27561599	300800	171945
SAGA TORINO SpA	6000	7	17817	18344	442	63393	2990578	54700	12690
AD FIRENZE SpA	0	0	8753	8893	117	23338	1394199	26100	4981
DUBLIN A A Plc.	90000	55	219140	145103	2352	717430	22389558	269700	283877
BRUSSELS IAC	77000	44	121531	54827	779	1104631	21267336	252200	99962
COPENH. AIRPORTS A/S	88000	78	43444	71830	1352	1978023	21071317	259000	102095
OSLO F A/S	40000	42	62756	37056	579	1225016	14294890	175900	117109
CZECH A A	3500	30	32246	24471	1658	798947	8100842	130400	46656
BAA STANSTED	40007	25	35639	39465	855	1664838	20173450	171300	112396
MANCHESTER AG Plc.	84310	131	195761	113468	2411	1675911	26813000	247165	170729
F MÜNCHEN GmbH	53000	107	296670	220551	4891	2152218	26479308	343000	265600
F HAMBURG GmbH	19000	12	35872	77417	782	277748	10317594	149400	68607
AI GENÈVE	24000	26	46894	47514	540	192686	8578760	163800	68490
UNIQUE ZURICH A	55400	102	97922	88800	1289	1916303	20923367	269400	152449
F WIEN AG	56250	55	74583	147151	355	578064	14512155	197100	122208
ATHENS IA	42100	20	64400	29300	696	2039735	13264484	170100	53589

Taula 4.4.7. Explotació 2004. INOC.

Indústries Aeroportuàries 2004	Superfície Edificis Centre de càrrega aèria (m ²) (SCC)	Nombre de serveis aeris (mix o tot cargo) de l'edifici del centre de càrrega (NSCC)	Despeses Operacionals No Laborals [euros (000)]	Despeses Operacionals Laborals [euros (000)]	Empleats	Actius Fixes [euros (000)]	WLUs	ATM	Ingressos No Aeronàutics [euros (000)]
HKIA	439000	21	141726	52480	958	5143532	55046760	190300	168753
NARITA A A	259000	20	780588	89326	891	6700760	54749286	186633	390215
APACLtd. MELB.	80000	14	23994	11349	188	844200	22665310	165300	91963
AUCKLAND IALtd	60500	47	6589	11343	281	676113	12673430	154800	39329
BRISBANE ACLtd	23150	31	19077	8136	143	964305	15302238	144700	58823
WACLtd PERTH	11060	7	19099	6955	132	510896	8532000	53000	33739
SYDNEY ACLtd.	109020	46	46659	21517	286	3614655	31176000	266700	170658
ADMTL	64000	20	40156	26646	600	692091	12874828	235200	50401
CALGARY A A	54813	53	26303	7568	162	409188	10414039	136000	26376
GTAA	69677	52	255521	62462	1041	3681940	28292360	370100	128563
OTTAWA IA	0	0	18329	7364	163	225905	3609885	69600	12565
VIAA	108156	48	38494	22692	284	565180	16763000	270400	81346
ASUR	33000	18	47234	7935	619	882557	13974360	250802	24572
INDIANAPOLIS A A	67500	30	19010	15300	415	1161599	17114800	212558	49425
MWAA NATIONAL	0	0	39856	34011	300	883912	15970870	268600	63653
MWAA DULLES	48000	24	64778	44637	460	1772074	25783080	469600	102980
AD ROMA SpA	70000	87	155269	155839	2314	2389895	32213038	353900	188044
SAGA TORINO SpA	6000	7	18604	17944	447	72537	3289648	57800	14968
AD FIRENZE SpA	0	0	9432	9676	133	29633	1518747	24096	6031
DUBLIN A A Plc.	90000	55	215694	159941	2382	760341	23640850	271137	289750
BRUSSELS IAC	77000	44	114914	52305	768	1023085	20970237	252069	106100
COPENH. AIRPORTS A/S	88000	78	45731	82170	1485	976124	22391075	272500	109754
OSLO F A/S	40000	42	100321	32315	552	1173815	15534160	186800	132325
CZECH A A	3500	30	40173	27134	1709	979689	10165263	144962	47699
BAA STANSTED	40007	25	69938	52430	988	1699984	23179610	177400	139977
MANCHESTER AG Plc.	113110	131	200761	107852	2573	2041956	29653000	261700	206025
F MÜNCHEN GmbH	53000	107	320442	220874	4946	2061913	29912785	370534	355200
F HAMBURG GmbH	19000	12	31968	74140	716	332963	10619193	151430	69950
AI GENÈVE	24000	26	51898	49939	556	200872	9094330	166600	73700
UNIQUE ZURICH A	55400	102	104000	85494	1260	1913791	20882296	266700	155625
F WIEN AG	56250	55	97373	169953	357	712171	16881779	224800	138121
ATHENS IA	42100	20	80000	34600	698	2061262	14755252	191000	67740

En l'avaluació de l'eficiència d'una indústria aeroportuària els inputs no discrecionals d'un aeroport SCC i NSCC són factors rellevants ja que les *targets* (objectius) CCR redueixen, a escala²⁸, tots els inputs multiplicant l'índex d'eficiència $\theta^* (\leq 1)$ i, a més, si s'escau, s'elimina les *folgues*.

Per tant, les projeccions CCR són el resultat de les reduccions dels inputs discrecionals corresponent a les indústries aeroportuàries ineficients.

Dit d'un altra manera, l'índex CCR, θ^* , s'avalua sota el supòsit que és possible disminuir radialment tots els inputs en tant que, els inputs reduïts, romanguin en el conjunt de possibilitats de producció.

Mentre que l'índex NCN expressa l'eficiència en el context dels inputs no controlables. Com es mostra a les taules 4.1.8 a 4.4.8 l'índex NCN difereix del CCR en que aquest si es mostra la influència de la restricció. Com resulta obvi, la projecció NCN dels inputs no discrecionals no intervenen en el procés de minimització de θ .

²⁸ La projecció CCR és $\hat{x}_0 = x_0 - \Delta x_0 = \theta^* x_0 - s^{-*} \leq x_0$; on $\theta^* x_0 = \sum_{j \in E_0} x_j \lambda_j^*$;

Per una indústria ineficient, $E_0 = \{j | \lambda_j^* > 0\}$ $j \in \{1, \dots, 32\}$ és el conjunt de referència basat en la solució de la folga màxima obtinguda.

Taula 4.1.8. Índex 2001CCR i NCN conjunt:SCC i NSCC

Indústries aeroportuàries	Índex CCR	Índex NCN (Conjunt)
HKIA	0,62	1
NARITA A A	0,91	1
APACLtd. MELB.	1	....
AUCKLAND IALtd	0,98	1
BRISBANE ACLtd	1	....
WACLtd PERTH	0,82	1
SYDNEY ACLtd.	0,90	1
ADMTL	0,87	1
CALGARY A A	1	....
GTAA	0,56	0,70
OTTAWA IA	1	....
VIAA	1	....
ASUR	0,92	1
INDIANAPOLIS A A	1	....
MWAA NATIONAL	0,67	1
MWAA DULLES	0,63	0,89
AD ROMA SpA	0,40	0,53
SAGA TORINO SpA	1	....
AD FIRENZE SpA	0,88	1
DUBLIN A A Plc	1	....
BRUSSELS IAC	0,66	0,78
COPENH. AIRPORTS A/S	0,84	1
OSLO F A/S	0,61	0,98
CZECH A A	0,40	1
BAA STANSTED	0,45	0,63
MANCHESTER AG Plc.	0,42	0,86
F MÜNCHEN GmbH	0,40	0,85
F HAMBURG GmbH	1	....
AI GENÈVE	1	....
UNIQUE ZURICH A	0,68	1
F WIEN AG	1	....
ATHENS IA	0,32	0,39

Índex NCN: medeix l'eficiència en el context dels inputs no controlables.

Taula 4.2.8. Índex 2002 CCR i NCN conjunt.:SCC i NSCC

Indústries aeroportuàries	Índex CCR	Índex NCN (Conjunt)
HKIA	0,61	1
NARITA A A	1	....
APACLtd. MELB.	1	....
AUCKLAND IALtd	1	....
BRISBANE ACLtd	1	....
WACLtd PERTH	0,83	1
SYDNEY ACLtd.	0,96	1
ADMTL	0,97	1
CALGARY A A	1	....
GTAA	0,45	0,59
OTTAWA IA	0,55	1
VIAA	1	....
ASUR	1	....
INDIANAPOLIS A A	1	....
MWAA NATIONAL	0,87	1
MWAA DULLES	0,94	1
AD ROMA SpA	0,50	0,62
SAGA TORINO SpA	1	....
AD FIRENZE SpA	1	....
DUBLIN A A Plc	1	....
BRUSSELS IAC	0,60	0,72
COPENH. AIRPORTS A/S	0,90	1
OSLO F A/S	0,70	0,99
CZECH A A	0,45	1
BAA STANSTED	0,64	0,79
MANCHESTER AG Plc.	0,54	1
F MÜNCHEN GmbH	0,43	0,85
F HAMBURG GmbH	1	....
AI GENÈVE	1	....
UNIQUE ZURICH A	0,68	1
F WIEN AG	1	....
ATHENS IA	0,31	0,39

Taula 4.3.8. Índex 2003 CCR i NCN conjunt:SCC i NSCC

Indústries aeroportuàries	Índex CCR	Índex NCN (Conjunt)
HKIA	0,53	1
NARITA A A	0,92	1
APACLtd. MELB.	1	....
AUCKLAND IALtd	1	....
BRISBANE ACLtd	1	....
WACLtd PERTH	0,78	1
SYDNEY ACLtd.	0,90	1
ADMTL	0,78	1
CALGARY A A	1	....
GTAA	0,41	0,51
OTTAWA IA	0,67	1
VIAA	1	....
ASUR	1	....
INDIANAPOLIS A A	1	....
MWAA NATIONAL	0,95	1
MWAA DULLES	0,82	0,84
AD ROMA SpA	0,50	0,64
SAGA TORINO SpA	0,93	1
AD FIRENZE SpA	1	....
DUBLIN A A Plc	1	....
BRUSSELS IAC	0,59	0,74
COPENH. AIRPORTS A/S	0,65	0,81
OSLO F A/S	0,78	1
CZECH A A	0,54	1
BAA STANSTED	0,86	1
MANCHESTER AG Plc.	0,52	1
F MÜNCHEN GmbH	0,55	1
F HAMBURG GmbH	1	....
AI GENÈVE	1	....
UNIQUE ZURICH A	0,63	1
F WIEN AG	1	....
ATHENS IA	0,36	0,39

Taula 4.4.8. Índex 2004 CCR i NCN conjunt: SCC i NSCC

Indústries aeroportuàries	Índex CCR	Índex NCN (Conjunt)
HKIA	0,53	1
NARITA A A	0,83	1
APACLtd. MELB.	1	....
AUCKLAND IALtd	1	....
BRISBANE ACLtd	1	....
WACLtd PERTH	0,62	1
SYDNEY ACLtd.	1	....
ADMTL	0,78	1
CALGARY A A	1	....
GTAA	0,39	0,48
OTTAWA IA	0,71	1
VIAA	1	....
ASUR	1	....
INDIANAPOLIS A A	0,89	1
MWAA NATIONAL	0,93	1
MWAA DULLES	1	....
AD ROMA SpA	0,52	0,68
SAGA TORINO SpA	1	....
AD FIRENZE SpA	1	....
DUBLIN A A Plc	1	....
BRUSSELS IAC	0,67	0,75
COPENH. AIRPORTS A/S	0,88	1
OSLO F A/S	0,88	1
CZECH A A	0,44	1
BAA STANSTED	0,66	1
MANCHESTER AG Plc.	0,62	0,88
F MÜNCHEN GmbH	0,72	1
F HAMBURG GmbH	1	....
AI GENÈVE	1	....
UNIQUE ZURICH A	0,59	1
F WIEN AG	1	....
ATHENS IA	0,36	0,43

L'avantatge principal del model d'una etapa és que permet introduir totes les variables rellevants en un únic anàlisi DEA. No obstant això, en contrapartida, únicament s'esmenen els índexs d'eficiència de les indústries ineficients. Així mateix, cal tornar a esmentar un dels handicaps de la DEA com és la pèrdua dels graus de llibertat a mesura que s'augmentin el nombre de variables del model.

Una primera valoració a la vista dels coeficients NCN obtinguts és la següent:

Únicament els aeroports de Toronto, Roma, Brussel·les i Atenes no tenen, en el decurs dels quatre anys analitzats, un índex d'eficiència igual a la unitat quan es

consideren els inputs no controlables representats pel la superfície de Centre de càrrega destinada a gestionar l'emmagatzematge i el tractament de les mercaderies, SCC que s'han transportat, o es tenen que transportar per via aèria i, pel nombre de serveis aeris que tenen la seva seu en els centres de càrrega d'aquests aeroports, NSCC.

Aquest fet pot explicar-se tant des del punt de vista del sobredimensionament del centre de càrrega en relació amb el nombre de serveis que han fixat la seva gestió operativa en el centre de càrrega; aquest seria el cas dels aeroports de Toronto, Brussel·les i Roma o, també, pel fet que el la superfície dels edificis no està absorbint les necessitats derivades de les companyies aèries. Aquest és el cas també de Roma.

Per contra, en aquest període, els aeroports de Perth, Hong Kong, Narita, Sydney, Montreal, Zuric i, els que gestiona l'empresa Czech AA als aeroports de Txèquia, la presència dels inputs no controlables serveix, donades les quantitats en que hi participen, aconseguir un índex NCN unitari.

No obstant això, se tracta d'una primera aproximació, per tant, en el context dels inputs no controlables resta escatir si els índex d'eficiència NCN per l'aplicació DEA són significatius des del punt de vista d'una anàlisi multietàpic i, en cas afirmatiu es podria ratificar els resultats obtinguts a través del programa utilitzat.

4.5.1.2.- El model multietàpic.

L'anàlisi metodològica del capítol III estableix pel model de varies etapes que, a la primera etapa, es dur a terme, una DEA sense considerar els factors aliens a la producció i, tot seguit, es desenvolupa un conjunt d'ajustaments que permetin valorar la influència dels inputs no controlables.

a) El model de dues etapes.

El model de dues etapes estableix la utilització d'un model de regressió. S'utilitzen els inputs no controlables ($INOC_j$) com variables explicatives en una regressió en la que els índex d'eficiència inicials (θ_j) s'utilitzen com a variables dependents. Segons l'expressió:

$$\theta_j = f(INOC_j, \beta_j) + \mu_i,$$

on $f(INOC_j, \beta_j)$ representa el nivell màxim d'eficiència assolible per cadascuna de les empreses en funció del valor donat als seus inputs no controlables.

El terme μ_i representa la ineficiència atribuïble al productor de tal manera que si, $\mu_i = 0$, l'aeroport no incorre en ineficiència tècnica i, el marge que li falta a θ_j per arribar al índex unitari seria originat per la influència relativa als inputs no controlables sobre l'aeroport en qüestió.

Les Taules 4.1.9 a 4.4.9 mostren els valors dels índex d'eficiència de les empreses i els inputs no controlables per cadascun dels anys 2001 a 2004 als que els hi són aplicables la regressió lineal, és a dir, els aeroports amb uns índex d'eficiència per sota de la unitat i, la Taula 4.10, mostra els resultats de la regressió en el model de dues etapes.

TAULA 4.1.9 Aplicació de la regressió lineal amb els índex CCR com a variable dependent i els inputs no controlables com a variables independents. 2001

Indústria Aeroportuària	Eficiència CCR %	SCC	NSCC
HKIA	62,37	439000	21
NARITA A A	91,48	259000	20
AUCKLAND IALtd	98,22	60500	47
WACLtd PERTH	82,25	11060	7
SYDNEY ACLtd.	90,19	109020	46
ADMTL	87	64000	20
GTAA	55,92	69677	52
ASUR	91,56	33000	18
MWAA NATIONAL	67,09	0	0
MWAA DULLES	63,08	48000	24
AD ROMA SpA	39,81	70000	87
AD FIRENZE SpA	88,12	0	0
BRUSSELS IAC	65,64	77000	44
COPENH. AIRPORTS A/S	84,41	88000	78
OSLO F A/S	61,26	40000	42
CZECH A A	39,54	3500	30
BAA STANSTED	45,35	40007	25
MANCHESTER AG Plc.	42,36	51097	95
F MÜNCHEN GmbH	40,21	53000	107
UNIQUE ZURICH A	68,41	55400	102

TAULA 4.2.9 Aplicació de la regressió lineal amb els índex CCR com a variable dependent i els inputs no controlables com a variables independents. 2002

Indústria Aeroportuària	Eficiència CCR %	SCC	NSCC
HKIA	61,12	439000	21
WACLtd PERTH	82,97	11060	7
SYDNEY ACLtd.	95,93	109020	46
ADMTL	96,6	64000	20
GTAA	45,12	69677	52
OTTAWA IA	54,56	0	0
MWAA NATIONAL	87,45	0	0
MWAA DULLES	94,28	48000	24
AD ROMA SpA	49,9	70000	87
BRUSSELS IAC	59,88	77000	44
COPENH. AIRPORTS A/S	89,92	88000	78
OSLO F A/S	70,14	40000	42
CZECH A A	45,49	3500	30
BAA STANSTED	63,6	40007	25
MANCHESTER AG Plc.	54,38	84310	131
F MÜNCHEN GmbH	42,74	53000	107
UNIQUE ZURICH A	67,66	55400	102
ATHENS IA	31,28	42100	20

TAULA 4.3.9.- Aplicació de la regressió lineal amb els índex CCR com a variable dependent i els inputs no controlables com a variables independents. 2003

Indústria Aeroportuària	Eficiència CCR %	SCC	NSCC
HKIA	52,83	439000	21
NARITA A A	91,74	259000	20
WACLtd PERTH	78,20	11060	7
SYDNEY ACLtd.	90,15	109020	46
ADMTL	77,92	64000	20
GTAA	40,68	69677	52
OTTAWA IA	66,66	0	0
MWAA NATIONAL	95,14	0	0
MWAA DULLES	81,63	48000	24
AD ROMA SpA	50,10	70000	87
SAGA TORINO SpA	92,93	6000	7
BRUSSELS IAC	58,83	77000	44
COPENH. AIRPORTS A/S	65,21	88000	78
OSLO F A/S	77,57	40000	42
CZECH A A	54,25	3500	30
BAA STANSTED	86,23	40007	25
MANCHESTER AG Plc.	52,03	84310	131
F MÜNCHEN GmbH	55,15	53000	107
UNIQUE ZURICH A	63,44	55400	102
ATHENS IA	35,74	42100	20

TAULA 4.4.9.- Aplicació de la regressió lineal amb els índex CCR com a variable dependent i els inputs no controlables com a variables independents. 2004

Indústria Aeroportuària	Eficiència CCR %	SCC	NSCC
HKIA	52,52	439000	21
NARITA A A	82,76	259000	20
WACLtd PERTH	62,16	11060	7
ADMTL	78,07	64000	20
GTAA	39,32	69677	52
OTTAWA IA	71,43	0	0
INDIANAPOLIS A A	89,29	67500	30
MWAA NATIONAL	92,60	0	0
AD ROMA SpA	51,58	70000	87
BRUSSELS IAC	67,24	77000	44
COPENH. AIRPORTS A/S	88,36	88000	78
OSLO F A/S	87,79	40000	42
CZECH A A	44,28	3500	30
BAA STANSTED	66,41	40007	25
MANCHESTER AG Plc.	61,77	113110	131
F MÜNCHEN GmbH	55,15	53000	107
UNIQUE ZURICH A	58,56	55400	102
ATHENS IA	35,96	42100	20

Els resultats de la regressió amb l'índex d'eficiència CCR com variable dependent s'expressa a la Taula 4.10.²⁹ següent:

TAULA 4.10.- Resultats de la regressió en el model de dues etapes.

Regressor	model lineal			
	2001	2002	2003	2004
constant	73,722 8,858	72,516 8,381	79,127 12,166	78,477 9,221
SCC	2,29E-05 0,492	5,11E-07 0,1	-1,8E-06 -0,475	0,000015 0,347
NSCC	-0,001 (-1,536)	-0,135 (-1,025)	-0,218■ (-2,138)	-0,001 (-1,614)
R²	0,376	0,066	0,221	0,154
Els valors de l'estadístic t s'expressen en vermell. El símbol■ indica que els coeficients són significatius a un nivell del 5%.				
Altres estadístics:				
Durbin-Watson:	1,509	1,694	2,077	1,367
F	1,336	0,526	2,408	2,788
PROGRAMA SPSS				

La significació estadística del model de regressió aplicat és la següent:

Realitzat l'ajust, interessa constatar en quina mesura resta explicada la variable dependent, és a dir, els índex d'eficiència mesurats per la DEA mitjançant el model estimat.

En general es pren com mesura del grau d'ajust la proporció de la variància total de la variable dependent que apareix explicada per la regressió, és a dir, el coeficient

²⁹ Taula B.11 de l'annex B.

de determinació R^2 com la relació entre la variància explicada i la variància total. En els casos plantejats, el coeficient R^2 és en el millor dels casos al voltant de 0,1 i, per tant, la variància residual és important i, en definitiva, les variables independents no expliquen el comportament de la variable dependent.

En relació amb la multicolinealitat, el nombre de condició que mesura la sensibilitat de les estimacions mínim quadràtiques enfront de petits canvis en les dades se situa en tots els casos per sota de 10, essent aquests valors referits a regressors mesurats amb escala de longitud unitat, és a dir, amb els regressors dividits per l'arrel quadrada de la suma dels valors de les observacions, però no centrats.

El factor d'engrandiment de la variància, que es la raó entre la variància observada i, la que hauria estat en el cas que el regressor qualsevol estigués incorrelacionat amb la resta dels regressors del model, és al voltant de la unitat.

El contrast d'autocorrelació de Durbin Watson, que se centra en la utilització dels residus, dona un estadístic amb un valor màxim en general inferior a 2. És a dir, es demostra la no existència d'autocorrelació ja que per al nivell de significació del 5% els residus es situen entre els valors crítics i, els paràmetres definits per el tamany de la mostra i el nombre de variables independents.

L'estadístic t-Student situa, única i eventualment, com a significatives una de les variables explicatives. A partir d'aquests resultats, la valoració, així com la significació real dels inputs no controlables, és la següent:

L'input SCC no s'ha trobat significatiu en el decurs dels quatre anys del període. La nul·la significació s'explica per el fet que el disseny de l'edifici ha estat idoni. És a dir, existeix un equilibri dimensional entre el nombre de WLUs gestionades en els centres de càrrega aèria i, els espais que en els edificis destinats a l'emmagatzematge, tractament, integració o conservació dels productes s'han posat a disposició dels gestors aeroportuaris.

En relació amb l'altre input, el *nombre de companyies aèries que tenen la seva base logística i operativa als centres de càrrega*, NSCC, per un marge de confiança del 95%, únicament resulta significatiu per l'any 2003, això es tradueix en que la quantitat de serveis aeris globalment considerats en la mostra no ha estat el que es

requeria per donar-los cabuda en relació als espais existents en el centre de càrrega.

La interpretació dels valors negatius és la següent:

L'índex d'eficiència disminueix (o augmenta) sempre que, per a una quantitat constant d'espais destinats a la càrrega i descàrrega aèria, augmenti (o disminueixi) el nombre de companyies aèries que prestin els serveis en el centre de càrrega.

Les taules 4.1.11 a 4.4.11 expressen els índex d'eficiència DEA i, els índex d'eficiència no ajustats resultants després de l'aplicació de la regressió lineal en els quatre períodes. L'ajustament es realitzaria utilitzant els índex calculats a partir dels paràmetres estimats a la regressió. Amb la qual cosa, tal com suggereix Cordero et al. (2005), en el treball sobre l'eficiència en l'educació i els inputs no controlables, els ajustaments es calculen seguint un procediment de suma zero, i per tant, l'eficiència mitjana seria la mateixa que la que s'obtindria en un model que inclogués l'efecte dels inputs no controlables.³⁰

³⁰ En vermell i blau els que resulten inferiors o superiors al índex CCR respectivament.

TAULA 4.1.11.- Índex d'eficiència estimats no ajustats per el model de regressió lineal en relació amb els inputs no controlables de l'any 2001.

Indústria Aeroportuària	Eficiència CCR %	Índex Regressió lineal%
HKIA	62	79
NARITA A A	91	75
APACLtd. MELB.	100	....
AUCKLAND IALtd	98	65
BRISBANE ACLtd	100	....
WACLtd PERTH	82	72
SYDNEY ACLtd.	90	66
ADMTL	87	71
CALGARY A A	100	....
GTAA	56	64
OTTAWA IA	100	....
VIAA	100	....
ASUR	92	71
INDIANAPOLIS A A	100	....
MWAA NATIONAL	67	74
MWAA DULLES	63	70
AD ROMA SpA	40	57
SAGA TORINO SpA	100	....
AD FIRENZE SpA	88	74
DUBLIN AA	100	....
BRUSSELS IAC	66	66
COPENH. AIRPORTS A/S	84	59
OSLO F A/S	61	66
CZECH A A	40	67
BAA STANSTED	45	69
MANCHESTER AG Plc.	42	55
F MÜNCHEN GmbH	40	52
F HAMBURG GmbH	100	....
AI GENÈVE	100	....
UNIQUE ZURICH A	68	53
F WIEN AG	100	....
ATHENS IA	32	70

A l'any 2001, 6 aeroports augmenten el seu valor per sobre del valor mitjà, i a més milloren el valor de l'índex CCR. Mentre que tres aeroports empitjoren el seu valor i, a més es situen per sota del valor mitjà.

TAULA 4.2.11.- Índex d'eficiència estimats per el model de regressió lineal no ajustats en relació amb els inputs no controlables de l'any 2002.

Indústria Aeroportuària	Eficiència CCR %	Índex Regressió lineal%
HKIA	61	70
NARITA A A	100	....
APACLtd. MELB.	100	....
AUCKLAND IALtd	100	....
BRISBANE ACLtd	100	....
WACLtd PERTH	83	72
SYDNEY ACLtd.	96	66
ADMTL	97	70
CALGARY A A	100	....
GTAA	45	66
OTTAWA IA	55	73
VIAA	100	....
ASUR	100	....
INDIANAPOLIS A A	100	....
MWAA NATIONAL	87	73
MWAA DULLES	94	69
AD ROMA SpA	50	61
SAGA TORINO SpA	100	....
AD FIRENZE SpA	100	....
DUBLIN AA	100	....
BRUSSELS IAC	60	67
COPENH. AIRPORTS A/S	90	62
OSLO F A/S	70	67
CZECH A A	45	68
BAA STANSTED	64	69
MANCHESTER AG Plc.	54	55
F MÜNCHEN GmbH	43	58
F HAMBURG GmbH	100	....
AI GENÈVE	100	....
UNIQUE ZURICH A	68	59
F WIEN AG	100	....
ATHENS IA	31	70

A l'any 2002, també són 6 els aeroports augmenten el seu valor per sobre del valor mitjà i, a més, milloren el valor de l'índex CCR. Mentre que, únicament, són dos els aeroports que empitjoren el seu valor situant-se per sota del valor mitjà.

TAULA 4.3.11.- Índex d'eficiència estimats per el model de regressió lineal no ajustats en relació amb els inputs no controlables de l'any 2003.

Indústria Aeroportuària	Eficiència CCR %	Índex Regressió lineal%
HKIA	53	67
NARITA A A	92	70
APACLtd. MELB.	100	....
AUCKLAND IALtd	100	....
BRISBANE ACLtd	100	....
WACLtd PERTH	78	77
SYDNEY ACLtd.	90	67
ADMTL	78	74
CALGARY A A	100	....
GTAA	41	67
OTTAWA IA	67	79
VIAA	100	....
ASUR	100	....
INDIANAPOLIS A A	100	....
MWAA NATIONAL	95	79
MWAA DULLES	82	73
AD ROMA SpA	50	59
SAGA TORINO SpA	93	77
AD FIRENZE SpA	100	....
DUBLIN AA	100	....
BRUSSELS IAC	59	68
COPENH. AIRPORTS A/S	65	61
OSLO F A/S	78	69
CZECH A A	54	73
BAA STANSTED	86	73
MANCHESTER AG Plc.	52	49
F MÜNCHEN GmbH	55	55
F HAMBURG GmbH	100	....
AI GENÈVE	100	....
UNIQUE ZURICH A	63	56
F WIEN AG	100	....
ATHENS IA	36	74

A l'any 2003, únicament 3 aeroports incrementen el seu valor per sobre del valor mitjà i, a més, milloren el valor de l'índex CCR. Mentre que quatre aeroports empitjoren el seu valor i, a més se situen per sota del valor mitjà.

TAULA 4.4.11.- Índex d'eficiència estimats per el model de regressió lineal no ajustats en relació amb els inputs no controlables de l'any 2004.

Indústria Aeroportuària	Eficiència CCR %	Índex Regressió lineal%
HKIA	53	79
NARITA A A	83	77
APACLtd. MELB.	100	....
AUCKLAND IALtd	100	....
BRISBANE ACLtd	100	....
WACLtd PERTH	62	77
SYDNEY ACLtd.	100	....
ADMTL	78	74
CALGARY A A	100	....
GTAA	39	65
OTTAWA IA	71	78
VIAA	100	....
ASUR	100	....
INDIANAPOLIS A A	89	71
MWAA NATIONAL	93	78
MWAA DULLES	100	....
AD ROMA SpA	52	56
SAGA TORINO SpA	100	....
AD FIRENZE SpA	100	....
DUBLIN AA	100	....
BRUSSELS IAC	67	68
COPENH. AIRPORTS A/S	88	59
OSLO F A/S	88	68
CZECH A A	44	70
BAA STANSTED	66	72
MANCHESTER AG Plc.	62	44
F MÜNCHEN GmbH	72	50
F HAMBURG GmbH	100	....
AI GENÈVE	100	....
UNIQUE ZURICH A	59	51
F WIEN AG	100	....
ATHENS IA	36	74

A l'any 2004, sis aeroports incrementen el seu valor per sobre del valor mitjà i, a més, milloren el valor de l'índex CCR. Mentre que també són quatre els aeroports que empitjoren el seu valor i, a més, se situen per sota del valor mitjà.

L'avantatge d'aquesta segona etapa es produiria si es disposés d'un major nombre de variables explicatives ja que es resolen fàcilment per la regressió, però, no és el cas d'aquesta aplicació. Un altre aspecte que pot considerar-se també beneficiós, per facilitar els ajustaments, és el fet d'utilitzar els índex d'eficiència DEA obtinguts a la primera etapa

Per contra, no es té en compte l'existència de *folgues*, i per tant, no es consideren les seves ineficiències. Aquestes *folgues* són les quantitats que cada indústria, si fos eficient, podria estalviar en la utilització dels seus inputs. En conseqüència, el model

de dues etapes no esmena, a la baixa, l'índex d'eficiència atorgat a la etapa DEA als aeroports que disposin d'un conjunt d'espais als edificis del centre de càrrega destinats a la seva gestió i, un nombre de serveis aeris que els utilitzen en la seva totalitat.

Per acabar es fa necessari afegir algun aclariment addicional sobre la magnitud nul·la dels inputs SCC i NSCC dels aeroports d'Ottawa, National i Firenze:

Els valors nuls responen a la inexistència d'edificis destinats a la gestió de la càrrega aèria. Segons la visió del problema de Banker Morey (1986) aquesta quantificació comportaria la qualificació eficient per aquestes indústries.

Al no existir cap input igualment nul, el conjunt de referència ha de estar format per les DMU que no tinguin el valor nul per els mateixos inputs no controlables que la unitat que s'avaluï. Per comprovar, sense aquestes indústries, el comportament dels inputs no controlables, s'ha dut a terme, per l'any 2004, un nou anàlisi de components principals i, de la regressió que s'exposa a les taules 4.12 i 4.13 següents:

TAULA 4.12.- ACP de l'any 2004 sense les unitats amb els inputs SCC i NSCC nuls.

2004	Component	
	1	2
NPET	0,677	0,414
NSCC	-0,029	0,783
COHA	0,168	0,864
SET	0,918	0,133
SCC	0,898	-0,123

TAULA 4.13.- Resultats de la regressió en el model de dues etapes sense les unitats amb els inputs SCC i NSCC nuls.

	model		lineal	
Regressor	2001	2002	2003	2004
constant	71,976 6,837	73,254 6,674	78,484 9,986	73,254 6,674
SCC	2,653E-07 0,521	1,52E-06 -0,627	-0,0000157 -0,388	-0,000001522 -0,2727
NSCC	-0,194 -1,198	-0,142 -0,939	-0,212 -1,888	-0,142 -0,939
R2	0,19	0,064	0,193	0,064
Els valors de l'estadístic t s'expressen en vermell. A un nivell del 5% no hi ha cap coeficient significatiu.				
Altres estadístics:				
Durbin-Watson:	1,406	1,989	2,316	1,989
F	0,992	0,442	1,797	0,442
PROGRAMA SPSS				

Com es pot comprovar els resultats són similars als que s'han obtingut amb el conjunt de referència en el que es va incloure totes les unitats, raó per la qual la significació raonada de la seva influència és la mateixa.

b) El model de tres etapes.

L'aplicació al càlcul de l'índex d'eficiència dels inputs no controlables en el model de tres etapes es desenvolupa de la manera següent:

La primera etapa consisteix en l'aplicació de la DEA sobre les variables *folga* totals per tal d'escatir la proporció d'aquestes que s'expliquen pels inputs no controlables. En aquest DEA les variables *folga* s'utilitzen com a inputs i, els inputs no controlables com a outputs.

Les taules 4.1.14 a 4.4.14 es representen els inputs(*folgues*) i els outputs (inputs no controlables) als que se'ls hi aplica la DEA.

Taula 4.1.14.- Model de tres etapes. Aplicació de la DEA a les folgues de la primera etapa.2001.

INDÚSTRIA AEROPORTUÀRIA	(I)Folga DONOL	(I)Folga DOL	(I)Folga E	(I)Folga AF	(O)SCC	(O)NSCC
HKIA	100107	18962	351	1954933	439000	21
NARITA A A	653564	21793	78	565302	259000	20
APACLtd. MELB.	0	0	0	0	80000	14
AUCKLAND IALtd	172	3807	100	9055	60500	47
BRISBANE ACLtd	0	0	0	0	23150	31
WACLtd PERTH	5683	793	20	72721	11060	7
SYDNEY ACLtd.	15979	2673	47	196037	109020	46
ADMTL	5396	7918	255	40872	64000	20
CALGARY A A	0	0	0	0	54813	53
GTAA	153843	23194	311	952209	69677	52
OTTAWA IA	0	0	0	0	0	0
VIAA	0	0	0	0	96156	48
ASUR	9321	664	489	68160	33000	18
INDIANAPOLIS A A	0	0	0	0	67500	30
MWAA NATIONAL	11816	14124	270	228631	0	0
MWAA DULLES	20548	16860	298	514260	48000	24
AD ROMA SpA	94239	138270	1762	1474114	70000	87
SAGA TORINO SpA	0	0	0	0	6000	7
AD FIRENZE SpA	1068	3451	82	2859	0	0
DUBLIN A A	0	0	0	0	90000	55
BRUSSELS IAC	76450	30611	264	348648	77000	44
COPENH. AIRPORTS A/S	4710	51826	1044	154471	88000	78
OSLO F A/S	28560	13671	228	511554	40000	42
CZECH A A	25758	11177	1452	478952	3500	30
BAA STANSTED	40799	19476	391	730097	40007	25
MANCHESTER AG Plc.	82930	62691	1060	986210	51097	95
F MÜNCHEN GmbH	128334	122186	3573	1233782	53000	107
F HAMBURG GmbH	0	0	0	0	19000	12
AI GENÈVE	0	0	0	0	24000	26
UNIQUE ZURICH A	22359	52928	693	500001	55400	102
F WIEN AG	0	0	0	0	56250	55
ATHENS IA	39178	10747	405	1312876	42100	20

Taula 4.2.14.- Model de tres etapes. Aplicació de la DEA a les folgues de la primera etapa.2002.

INDÚSTRIA AEROPORTUÀRIA	(I)Folga DONOL	(I)Folga DOL	(I)Folga E	(I)Folga AF	(O)SCC	(O)NSCC
HKIA	89634	24008	366	1953779	439000	21
NARITA A A	0	0	0	0	259000	20
APACld. MELB.	0	0	0	0	80000	14
AUCKLAND IALtd	0	0	0	0	60500	47
BRISBANE ACLtd	0	0	0	0	23150	31
WACld PERTH	1566	873	37	68757	11060	7
SYDNEY ACLtd.	2287	8150	17	178545	109020	46
ADMTL	3707	759	226	13152	64000	20
CALGARY A A	0	0	0	0	54813	53
GTAA	156870	27835	503	1529114	69677	52
OTTAWA IA	7560	2713	68	175967	0	0
VIAA	0	0	0	0	96156	48
ASUR	0	0	0	0	33000	18
INDIANAPOLIS A A	0	0	0	0	67500	30
MWAA NATIONAL	14177	18006	31	94534	0	0
MWAA DULLES	19748	21533	22	86379	48000	24
AD ROMA SpA	75950	76233	1676	1163620	70000	87
SAGA TORINO SpA	0	0	0	0	6000	7
AD FIRENZE SpA	0	0	0	0	0	0
DUBLIN AA	0	0	0	0	90000	55
BRUSSELS IAC	59288	21452	308	454635	77000	44
COPENH. AIRPORTS A/S	3366	49477	966	104533	88000	78
OSLO F A/S	17617	13486	173	383200	40000	42
CZECH A A	18345	11489	1469	428845	3500	30
BAA STANSTED	44985	13525	323	571662	40007	25
MANCHESTER AG Plc.	106583	54394	886	777312	84310	131
F MÜNCHEN GmbH	126699	110921	3546	1197342	53000	107
F HAMBURG GmbH	0	0	0	0	19000	12
AI GENÈVE	0	0	0	0	24000	26
UNIQUE ZURICH A	22259	28857	690	592167	55400	102
F WIEN AG	0	0	0	0	56250	55
ATHENS IA	48497	19172	518	1273912	42100	20

Taula 4.3.14.- Model de tres etapes. Aplicació de la DEA a les folgues de la primera etapa.2003.

INDÚSTRIA AEROPORTUÀRIA	(I)Folga DONOL	(I)Folga DOL	(I)Folga E	(I)Folga AF	(O)SCC	(O)NSCC
HKIA	85767	25054	491	2655290	439000	21
NARITA A A	669408	27430	75	2955895	259000	20
APACLtd. MELB.	0	0	0	0	80000	14
AUCKLAND IALtd	0	0	0	0	60500	47
BRISBANE ACLtd	0	0	0	0	23150	31
WACLtd PERTH	6529	1257	53	88797	11060	7
SYDNEY ACLtd.	5599	3198	39	1924981	109020	46
ADMTL	9180	7932	342	114501	64000	20
CALGARY A A	0	0	0	0	54813	53
GTAA	186578	33152	597	2003037	69677	52
OTTAWA IA	5279	2194	69	75962	0	0
VIAA	0	0	0	0	108156	48
ASUR	0	0	0	0	33000	18
INDIANAPOLIS A A	0	0	0	0	67500	30
MWAA NATIONAL	5851	16267	13	39706	0	0
MWAA DULLES	23136	25005	77	300855	48000	24
AD ROMA SpA	76816	75037	1351	1206846	70000	87
SAGA TORINO SpA	1260	1298	223	4484	6000	7
AD FIRENZE SpA	0	0	0	0	0	0
DUBLIN A A	0	0	0	0	90000	55
BRUSSELS IAC	66492	23322	321	454759	77000	44
COPENH. AIRPORTS A/S	15113	52896	982	688096	88000	78
OSLO F A/S	14078	8313	167	274800	40000	42
CZECH A A	14753	15478	512	365540	3500	30
BAA STANSTED	4906	18658	445	229170	40007	25
MANCHESTER AG Plc.	93899	54426	1489	803872	84310	131
F MÜNCHEN GmbH	133060	98920	3275	965296	53000	107
F HAMBURG GmbH	0	0	0	0	19000	12
AI GENÈVE	0	0	0	0	24000	26
UNIQUE ZURICH A	35796	32462	592	700523	55400	102
F WIEN AG	0	0	0	0	56250	55
ATHENS IA	41381	18827	447	1310667	42100	20

Taula 4.4.14.- Model de tres etapes. Aplicació de la DEA a les folgues de la primera etapa.2004.

INDÚSTRIA AEROPORTUÀRIA 2004	(I)Folga DONOL	(I)Folga DOL	(I)Folga E	(I)Folga AF	(O)SCC	(O)NSCC
HKIA	83452	24917	501	3093241	439000	21
NARITA A A	676732	40733	154	1154931	259000	20
APACLtd. MELB.	0	0	0	0	80000	14
AUCKLAND IALtd	0	0	0	0	60500	47
BRISBANE ACLtd	0	0	0	0	23150	31
WACLtd PERTH	9993	2632	61	193322	11060	7
SYDNEY ACLtd.	0	0	0	0	109020	46
ADMTL	8807	7136	337	151787	64000	20
CALGARY A A	0	0	0	0	54813	53
GTA A	197208	37902	632	2234232	69677	52
OTTAWA IA	7910	2104	74	64551	0	0
VIAA	0	0	0	0	108156	48
ASUR	0	0	0	0	33000	18
INDIANAPOLIS A A	2036	1639	44	162759	67500	30
MWAA NATIONAL	2951	10130	22	65444	0	0
MWAA DULLES	0	0	0	0	48000	24
AD ROMA SpA	75176	75452	1391	1157113	70000	87
SAGA TORINO SpA	0	0	0	0	6000	7
AD FIRENZE SpA	0	0	0	0	0	0
DUBLIN AA	0	0	0	0	90000	55
BRUSSELS IAC	61174	17135	319	335157	77000	44
COPENH. AIRPORTS A/S	5324	52841	1118	113650	88000	78
OSLO F A/S	52213	3944	108	143274	40000	42
CZECH A A	22386	15605	1533	545918	3500	30
BAA STANSTED	23496	17614	536	571109	40007	25
MANCHESTER AG Plc.	100539	41237	1558	780732	113110	131
F MÜNCHEN GmbH	97168	61273	2552	572002	53000	107
F HAMBURG GmbH	0	0	0	0	19000	12
AI GENÈVE	0	0	0	0	24000	26
UNIQUE ZURICH A	43100	35431	644	793118	55400	102
F WIEN AG	0	0	0	0	56250	55
ATHENS IA	51232	22158	447	1320041	42100	20

A partir dels objectius calculats a partir del programa DEA –Solver aplicat segons el software *Learning version* dels autors Cooper et al. s'identifica, per a la *folga* de cada variable, la part que és el resultat de la influència dels factors no discrecionals i la que ve provocada per la ineficiència. Les taules 4.1.15 a 4.4.15 i 4.1.16 a 4.4.16 expressen respectivament els resultats obtinguts.

TAULA 4.1.15.- Part de la folga de cada input provocada per la influència dels inputs no controlables a l'any 2001.

Indústries Aeroportuàries	Folga DONOL	Folga DOL	Folga E	Folga AF
HKIA	61425	11635	215	1199541
NARITA A A	653564	21793	78	565302
AUCKLAND IALtd	172	3807	100	9055
WACLtd PERTH	2898	404	10	37087
SYDNEY ACLtd.	15979	2673	47	196037
ADMTL	2586	3794	122	19584
GTAA	30699	4628	62	190012
ASUR	9321	664	489	68160
MWAA NATIONAL	0	0	0	0
MWAA DULLES	3502	2874	51	87651
AD ROMA SpA	8514	12492	159	6324
AD FIRENZE SpA	0	0	0	0
BRUSSELS IAC	20513	8213	71	93548
COPENH. AIRPORTS A/S	744	8184	165	24393
OSLO F A/S	8046	3852	64	144126
CZECH A A	4710	2044	265	87571
BAA STANSTED	4187	1999	40	74918
MANCHESTER AG Plc.	12964	9800	166	154169
F MÜNCHEN GmbH	8700	8283	242	83642
UNIQUE ZURICH A	6395	15138	198	143003
ATHENS IA	4951	1358	51	165909

TAULA 4.1.16. Part de la folga de cada input provocada per la ineficiència l'any 2001.

Indústries Aeroportuàries	Folga DONOL	Folga DOL	Folga E	Folga AF
HKIA	38682	7327	135	755392
NARITA A A	0	0	0	0
AUCKLAND IALtd	0	0	0	0
WACLtd PERTH	2785	389	10	35634
SYDNEY ACLtd.	0	0	0	0
ADMTL	2811	4124	133	21287
GTAA	123144	18566	249	762197
ASUR	0	0	0	0
MWAA NATIONAL	11816	14124	270	228631
MWAA DULLES	17046	13986	248	426609
AD ROMA SpA	85725	125778	1602	1473955
AD FIRENZE SpA	1068	3451	82	2859
BRUSSELS IAC	55937	22398	193	255100
COPENH. AIRPORTS A/S	3966	43642	879	130078
OSLO F A/S	20513	9819	164	367428
CZECH A A	21049	9133	1187	391381
BAA STANSTED	36613	17478	351	655179
MANCHESTER AG Plc.	69966	52891	894	832041
F MÜNCHEN GmbH	119634	113903	3331	1150140
UNIQUE ZURICH A	15964	37791	495	356998
ATHENS IA	34227	9389	354	1146966

TAULA 4.2.15.- Part de la folga de cada input provocada per la influència dels inputs no controlables a l'any 2002.

Indústries Aeroportuàries	Folga DONOL	Folga DOL	Folga E	Folga AF
HKIA	89634	24008	366	1953779
WACLtd PERTH	1488	830	35	65350
SYDNEY ACLtd.	2287	8150	17	178545
ADMTL	3707	759	226	13152
GTAA	43317	7686	139	422242
OTTAWA IA	0	0	0	0
MWAA NATIONAL	0	0	0	0
MWAA DULLES	19748	21533	22	86379
AD ROMA SpA	15863	15922	350	243035
BRUSSELS IAC	19070	6900	99	146237
COPENH. AIRPORTS A/S	3366	49477	966	104533
OSLO F A/S	8570	6561	84	186421
CZECH A A	4143	2594	332	96844
BAA STANSTED	11589	3484	83	147271
MANCHESTER AG Plc.	53459	27283	445	389881
F MÜNCHEN GmbH	24016	21026	672	226962
UNIQUE ZURICH A	11379	14752	353	302717
ATHENS IA	6845	2706	73	179793

TAULA 4.2.16. Part de la folga de cada input provocada per la ineficiència l'any 2002.

Indústries Aeroportuàries	Folga DONOL	Folga DOL	Folga E	Folga AF
HKIA	0	0	0	0
WACLtd PERTH	78	43	2	3408
SYDNEY ACLtd.	0	0	0	0
ADMTL	0	0	0	0
GTAA	113552	20149	364	1106872
OTTAWA IA	7560	2713	68	175967
MWAA NATIONAL	14177	18006	31	94534
MWAA DULLES	0	0	0	0
AD ROMA SpA	60087	60311	1326	920585
BRUSSELS IAC	40217	14552	209	308398
COPENH. AIRPORTS A/S	0	0	0	0
OSLO F A/S	9047	6925	89	196778
CZECH A A	14203	8894	1137	332002
BAA STANSTED	33396	10040	240	424392
MANCHESTER AG Plc.	53123	27112	442	387431
F MÜNCHEN GmbH	102682	89895	2874	970380
UNIQUE ZURICH A	10880	14105	337	289450
ATHENS IA	41653	16466	445	1094119

TAULA 4.3.15.- Part de la folga de cada input provocada per la influència dels inputs no controlables a l'any 2003.

Indústries Aeroportuàries	Folga DONOL	Folga DOL	Folga E	Folga AF
HKIA	85767	25054	491	2655290
NARITA A A	669408	27430	75	2955895
WACLtd PERTH	6529	1257	53	88797
SYDNEY ACLtd.	5599	3198	39	1924981
ADMTL	9180	7932	342	114501
GTAA	60300	10714	193	647360
OTTAWA IA	0	0	0	0
MWAA NATIONAL	0	0	0	0
MWAA DULLES	23136	25005	77	300855
AD ROMA SpA	33053	32288	581	519295
SAGA TORINO SpA	1260	1298	223	4484
BRUSSELS IAC	56511	19821	273	386495
COPENH. AIRPORTS A/S	15113	52896	982	688096
OSLO F A/S	14078	8313	167	274800
CZECH A A	8374	8785	291	207468
BAA STANSTED	4906	18658	445	2291170
MANCHESTER AG Plc.	81162	47044	1287	694829
F MÜNCHEN GmbH	63397	47131	1560	459918
UNIQUE ZURICH A	33135	30048	548	648436
ATHENS IA	10183	4633	110	322536

TAULA 4.3.16. Part de la folga de cada input provocada per la ineficiència l'any 2003.

Indústries Aeroportuàries	Folga DONOL	Folga DOL	Folga E	Folga AF
HKIA	0	0	0	0
NARITA A A	0	0	0	0
WACLtd PERTH	0	0	0	0
SYDNEY ACLtd.	0	0	0	0
ADMTL	0	0	0	0
GTAA	126278	22437	404	1355677
OTTAWA IA	5279	2194	69	75962
MWAA NATIONAL	5851	16267	13	39706
MWAA DULLES	0	0	0	0
AD ROMA SpA	43763	42749	770	687551
SAGA TORINO SpA	0	0	0	0
BRUSSELS IAC	9981	3501	48	68264
COPENH. AIRPORTS A/S	0	0	0	0
OSLO F A/S	0	0	0	0
CZECH A A	6380	6693	222	158072
BAA STANSTED	0	0	0	0
MANCHESTER AG Plc.	12737	7383	202	109043
F MÜNCHEN GmbH	69663	51789	1714	505378
UNIQUE ZURICH A	2662	2414	44	52087
ATHENS IA	31198	14194	337	988131

TAULA 4.4.15.- Part de la folga de cada input provocada per la influència dels inputs no controlables a l'any 2004.

Indústries Aeroportuàries	Folga DONOL	Folga DOL	Folga E	Folga AF
HKIA	47972	14323	288	1778112
NARITA A A	676732	40733	154	1154931
WACLtd PERTH	1869	492	11	36159
ADMTL	8365	6777	320	144168
GTAA	24611	4730	79	278823
OTTAWA IA	0	0	0	0
INDIANAPOLIS A A	2036	1639	44	162759
MWAA NATIONAL	0	0	0	0
AD ROMA SpA	7091	23173	427	355377
BRUSSELS IAC	34120	9557	178	186937
COPENH. AIRPORTS A/S	5324	52841	1118	113650
OSLO F A/S	52213	3944	108	143274
CZECH A A	5812	4051	398	141725
BAA STANSTED	4803	3600	110	116736
MANCHESTER AG Plc.	64790	26574	1004	503125
F MÜNCHEN GmbH	55121	34759	1447	324487
UNIQUE ZURICH A	24952	20512	373	459164
ATHENS IA	4015	1737	35	103451

TAULA 4.4.16. Part de la folga de cada input provocada per la ineficiència l'any 2004.

Indústries Aeroportuàries	Folga DONOL	Folga DOL	Folga E	Folga AF
HKIA	35481	10594	213	1315129
NARITA A A	0	0	0	0
WACLtd PERTH	8124	2140	49	157163
ADMTL	442	358	17	7619
GTAA	172597	33172	553	1955409
OTTAWA IA	7910	2104	74	64551
INDIANAPOLIS A A	0	0	0	0
MWAA NATIONAL	2951	10130	22	65444
AD ROMA SpA	68085	52279	964	801736
BRUSSELS AIC	27054	7578	141	148220
COPENH. AIRPORTS A/S	0	0	0	0
OSLO F A/S	0	0	0	0
CZECH A A	16574	11554	1135	404192
BAA STANSTED	18693	14014	426	454373
MANCHESTER AG Plc.	35749	14663	554	277607
F MÜNCHEN GmbH	42046	26514	1104	247516
UNIQUE ZURICH A	18148	14919	271	333954
ATHENS IA	47217	20421	412	1216590

A la tercera etapa es du a terme, fent servir els valors dels inputs i outputs obtinguts a l'etapa anterior, una nova anàlisi envolupant de dades.

Les taules 4.1.17 a 4.4.17. representen els valors projectats de les *folgues* calculades dels inputs i outputs.

Les metodologies de Muñiz (2000) utilitzada en el treball "*Inclusión de los inputs no controlables en un anàlisi DEA*", i, Cordero et al.(2005), s'ajusten els valors dels objectius calculats pels inputs i pels outputs a través d'una nova DEA diferent per cada input o output al restar als valors inicials dels inputs inicials els objectius calculats per cada input en aquesta nova DEA i, en relació amb els outputs, es mantenen els productes inicials. Els resultats obtinguts s'expressen a l'annex C pàgines 209 a 228.

Taula 4.1.17.- Explotació corresponen a la tercera etapa després de l'ajust dels inputs obtinguts a la segona etapa, i per l'any 2001.

INDÚSTRIES AEROPORTUÀRIES	DONOL	DOL	E	AF	WLUs	ATMs	INOA
HKIA	95536	38763	717	3996251	53548760	186400	217570
NARITA A A	103320	52682	837	6071958	42188370	124600	338937
AUCKLAND IALtd	9504	7967	182	499202	10293540	147900	49952
WACLtd PERTH	6814	4062	102	372545	5546490	57600	27056
SYDNEY ACLtd.	34961	24584	435	1803146	28742200	317300	151889
ADMTL	38920	20075	473	294774	11786210	232400	45139
GTAA	164001	42155	643	1970392	31082880	406300	111617
ASUR	21037	7200	169	739297	11719790	194900	13867
MWAA NATIONAL	35909	28648	510	694797	13418880	244000	44811
MWAA DULLES	52156	36566	652	1305284	20863510	396900	71053
AD ROMA SpA	148059	161715	2159	2442830	26906697	283700	165400
AD FIRENZE SpA	8984	8404	200	24059	1535929	31000	4253
BRUSSELS AIC	114043	49245	696	921070	25522157	305500	106132
COPENH. AIRPORTS A/S	29476	60331	1182	966716	21926644	288800	86026
OSLO F A/S	56044	31434	524	1176250	14614756	194800	108730
CZECH A A	31977	16444	1324	704674	6937774	115500	39043
BAA STANSTED	62095	33640	636	1261060	14107480	148900	82243
MANCHESTER AG Plc.	130912	92279	1473	1556824	20211770	181000	141319
F MÜNCHEN GmbH	205946	176205	4230	1979924	25747259	321800	180500
UNIQUE ZURICH A	64389	68018	1017	1439878	25941591	309200	151454
ATHENS IA	47549	14442	469	1764293	10884204	138000	37236

Taula 4.2.17.- Explotació corresponen a la tercera etapa després de l'ajust dels inputs obtinguts a la segona etapa i per l'any 2002.

Indústries Aeroportuàries	DONOL	DOL	E	AF	WLUs	ATMs	(O)INOA
HKIA	125712	28805	575	3071049	58927840	197700	207175
WACLtd PERTH	8364	4296	83	338351	4892810	48600	30262
SYDNEY ACLtd.	48058	20874	392	1786742	28313530	254700	153417
ADMTL	30724	21604	374	374130	11229060	225500	45588
GTA	158416	43036	777	2364140	29013840	383200	108456
OTTAWA IA	16301	5972	150	387282	3217000	68500	9976
MWAA NATIONAL	38397	31409	245	753124	12908060	215700	50238
MWAA DULLES	41410	21288	358	1423489	20253480	372600	76070
AD ROMA SpA	135747	136253	1977	2079767	26647933	282800	169340
BRUSSELS AIC	89218	46563	669	986816	19815130	256900	103461
COPENH. AIRPORTS A/S	30033	21332	381	932759	22009113	266900	97144
OSLO F A/S	50430	38605	497	1096934	14034821	177500	108984
CZECH A A	29515	18484	1292	689954	6834739	115400	41795
BAA STANSTED	73253	33667	622	1423032	15880670	166800	112396
MANCHESTER AG Plc.	152744	91962	1479	1314163	25691430	211100	174983
F MÜNCHEN GmbH	197250	172686	3896	1864072	25412805	330900	173100
UNIQUE ZURICH A	57453	74484	920	1528484	22166168	282200	139249
ATHENS IA	61655	25194	639	1674106	12817278	159500	49844

Taula 4.3.17.- Explotació corresponen a la tercera etapa després de l'ajust dels inputs obtinguts a la segona etapa i per l'any 2003.

Indústries Aeroportuàries 2003	(I)DONOL	(I)DOL	(I)E	(I)AF	(O)WLU	(O)ATMs	(O)INOA
HKIA	60029	28055	472	2258637	53780800	211700	198532
NARITA A A	106451	49750	837	4005265	48083910	171000	371514
WACLtd PERTH	9505	4506	74	318458	5356840	51600	30798
SYDNEY ACLtd.	45766	21389	360	1721973	29854000	252000	159724
ADMTL	32386	17492	258	403964	11385930	230100	48003
GTAA	183518	45176	813	2729535	27468880	370100	114553
OTTAWA IA	15836	6580	155	227854	3263000	69800	10788
MWAA NATIONAL	39133	32794	270	816968	14253480	250800	58117
MWAA DULLES	43910	21472	343	1337009	19606210	335400	81662
AD ROMA SpA	120902	118101	1675	1899468	27561599	300800	171945
SAGA TORINO SpA	16557	17046	219	58909	2990578	54700	12690
BRUSSELS AIC	65020	35006	506	718136	21267336	252200	99962
COPENH. AIRPORTS A/S	28331	18934	370	1289927	21071317	259000	102095
OSLO F A/S	48678	28743	412	950216	14294890	175900	117109
CZECH A A	23872	15686	1367	591479	8100842	130400	46656
BAA STANSTED	30733	20807	410	1435668	20173450	171300	112396
MANCHESTER AG Plc.	114599	66424	1124	981082	26813000	247165	170729
F MÜNCHEN GmbH	233273	173420	3331	1692300	26479308	343000	265600
UNIQUE ZURICH A	64787	58752	741	1267867	20923367	269400	152449
ATHENS IA	54217	24667	586	1717199	13264484	170100	53589

Taula 4.4.17.- Explotació corresponen a la tercera etapa després de l'ajust dels inputs obtinguts a la segona etapa i per l'any 2004.

Indústries Aeroportuàries 2004	(I)DONOL	(I)DOL	(I)E	(I)AF	(O)WLU	(O)ATMs	(O)INOA
HKIA	93754	38157	670	3365420	55046760	190300	168753
NARITA A A	103856	48593	737	5545829	54749286	186633	390215
WACLtd PERTH	17230	6463	121	474737	8532000	53000	33739
ADMTL	31791	19869	280	547923	12874828	235200	50401
GTAA	230910	57732	962	3403117	28292360	370100	128563
OTTAWA IA	18329	7364	163	225905	3609885	69600	12565
INDIANAPOLIS A A	16974	13661	371	998840	17114800	212558	49425
MWAA NATIONAL	39856	34011	300	883912	15970870	268600	63653
AD ROMA SpA	148178	132666	1887	2034518	32213038	353900	188044
BRUSSELS AIC	80794	42748	590	836148	20970237	252069	106100
COPENH. AIRPORTS A/S	40407	29329	367	862474	22391075	272500	109754
OSLO F A/S	48108	28371	444	1030541	15534160	186800	132325
CZECH A A	34361	23083	1311	837964	10165263	144962	47699
BAA STANSTED	65135	48830	878	1583248	23179610	177400	139977
MANCHESTER AG Plc.	135971	81278	1569	1538831	29653000	261700	206025
F MÜNCHEN GmbH	265321	186115	3499	1737426	29912785	370534	355200
UNIQUE ZURICH A	79048	64982	887	1454627	20882296	266700	155625
ATHENS IA	75985	32863	663	1957811	14755252	191000	67740

El model de tres etapes utilitza solament tècniques no paramètriques i, inclou tant la folga radial com la no radial.

No obstant això, els índex d'eficiència resultants no reflecteixen la capacitat de corregir els valors de les unitats que, d'acord amb la dotació d'inputs controlables, van resultar eficients. Es a dir, no hi ha l'opció de valorar a les unitats considerades eficients en presència dels inputs no discrecionals. Però en canvi, els aeroports ineficients, quan s'introdueixen com a outputs els inputs no controlables, ajusten els seus inputs de tal manera que alguna de les indústries esdevé eficient.

També s'ha de dir que, a causa del seu caràcter determinístic, s'associa qualsevol desviació de la frontera tant als inputs no controlables com també a la ineficiència de cada indústria.

En definitiva, en relació al nombre d'unitats eficients, el model d'una etapa i el de tres etapes ofereixen uns resultats més favorables. A la taula 4.18 s'exposa el nombre d'unitats eficients en cada període.

TAULA 4.18.- Nombre d'unitats eficients

DMUs=32

any	Inputs discrecionals. EF=1	Inputs no controlables 1a etapa. EF=1	Inputs no controlables 3a etapa. EF=1
2001	11	20	21
2002	14	25	22
2003	12	26	24
2004	14	27	23

Pels autors Muñiz (2002), Ramanhatan (2003) i Cordero et al.(2005), la diferència en el nombre d'unitats eficients es deguda a la sensibilitat de la DEA en relació amb el nombre de DMU i, el nombre d'inputs i outputs, nou (9) variables en el model unietàpic per set (7) en el de tres etapes. Així mateix, les diferències entre els resultats obtinguts en els models multietàpics tenen el seu origen en el tipus d'ajustament que s'empra sobre els índex d'eficiència. Mentre que, en el model de dues etapes és en el seu conjunt, en el de tres etapes és individual.

4.5.2.- Conclusions

S'ha analitzat, sobre les unitats ineficients, l'efecte que sobre la funció de producció determinen els inputs no controlables.

Inicialment, es va preveure que l'administració del capital que posada al servei de cada indústria per poder gestionar el/els seu/s respectiu/s aeroport/s estava format per cinc (5) inputs no controlables, les superfícies de l'edifici terminal i del centre de càrrega, el nombre de aerobridges (passarel·les telescòpiques) de l'edifici terminal, el nombre de serveis aeris existents al centre de càrrega i la capacitat operativa de l'aeroport expressada en termes anuals.

D'aquests inputs, s'han elegit *la superfície i el nombre de serveis existents als centres de càrrega destinades al tractament de les mercaderies* que han permès la seva completa utilització en l'àmbit dels rendiments constants a escala.

No obstant això, no s'ha trobat significativa la superfície dels edificis del centre de càrrega. En relació amb l'altre input, *nombre de companyies aèries que treballen en aquests edificis*, és significatiu en algun del subperíodes. La significació global d'aquest input, per el conjunt dels aeroports analitzats en el període 2001-2004, es tradueix en que ha hagut un nombre poc adequat dels espais destinats a la càrrega en funció del nombre de companyies que hi operin.

Això té dues explicacions, la primera té un caràcter extern motivat per la crisi del sector de la càrrega aèria a escala mundial a causa dels fets de l'any 2001 i, la segona és de caràcter intern ja que, com a conseqüència de la crisi del sector de les empreses aeroportuàries i, més específicament, les indústries no han sabut destinar els espais sobrants a altres companyies no pròpiament aèries, sinó que almenys fossin afins al sector, com per exemple, les logístiques, les integradores, els agents de càrrega aèria, els transitaris, etc.

Les modelitzacions pertinents d'una, dues i tres etapes han permès obtenir per a cada període un nombre d'unitats que esdevenen eficients.

En el marc del model d'una etapa, s'arriba a la conclusió que únicament s'esmena, com a resultat de la introducció dels inputs no controlables els índex d'eficiència de

les indústries ineficients. A més, es posa en relleu un dels handicaps de la DEA, a mesura que s'augmenten el nombre de variables del model es produeix la pèrdua dels graus de llibertat.

En el model de dues etapes, no s'ha pogut establir una clara segmentació, per àmbit geogràfic, entre els aeroports que milloren el seu índex d'eficiència i, els que l'empitjoren. Això significa que, en relació a l'input no controlable, el *nombre de serveis aeris establerts en els edificis del centre de càrrega*, no està associat al fet que l'input generi una relació directa o inversament proporcional en relació amb els espais que ocupen aquestes empreses en el centre de càrrega.

En el marc del model de tres etapes, els inputs no controlables han contribuït positivament a millorar el comportament de l'estructura de les despeses operacionals laborals, DOL i, les despeses operacionals no laborals, DONOL, ja que el valor de les seves *folgues* ha comportat valors eficients per algunes de les indústries. No obstant això, resulta que la nova DEA de la tercera etapa determina un nombre d'unitats ineficients que oscil·la entre 9 i 11. Aquestes unitats estan ubicades als aeroports europeus per la dificultat de millorar la necessària reducció de la *folga* d'aquests inputs.

4.6.- Desenvolupament de l'aplicació pels inputs de caràcter qualitatiu.

En el context dels inputs qualitatius hi ha un conjunt de variables que poden qualificar-se com variables ambientals o relatives a l'entorn i que poden respondre ja sigui a una situació o marc aliè al gestor, o ja sigui sota el seu domini.

a) Inputs qualitatius associats a la participació aliena en la indústria

Les situacions relatives als gestors de les indústries aeroportuàries que no tenen el control total sobre els aeroports a causa que la titularitat del seu capital no està localitzada majoritàriament en la pròpia instal·lació.

Per el tractament de les indústries amb aquest tipus de variables s'escau la introducció de variables categòriques. Des d'aquest punt de vista, les indústries aeroportuàries poden classificar-se en tres categories:

Les indústries aeroportuàries amb la categoria 1 representen la situació més "*incontrolada*" perquè indica que són participades majoritàriament o únicament per una empresa o cotitza al mercat borsari amb més del 50% del capital de la indústria.

Aquesta categoria representa, per tant, la situació més severa en relació amb el control sobre l'execució dels plans estratègics de la pròpia empresa, atès que, el predomini de la propietat aliena acaba essent un instrument que regula la despesa operacional de les empreses amb aquesta situació.

- La categoria 2 representa la situació d'aquelles indústries participades per més d'una empresa forana essent la suma de la seva quota de capital social sigui majoritària.
- La categoria 3 representa la situació dels aeroports que son participats per empreses exteriors minoritàriament o, simplement, no són participats exteriorment.

A l'annex B, Taula B.16, s'expressen les categories de les variables qualitatives en relació amb el nombre d'aeroports en què hi participa majoritàriament i en relació amb el nombre d'empreses en que és participat l'aeroport.

A la taula 4.19 es representa la classificació dels diferents aeroports segons la variable categòrica o ordinal que representi l'input que ve definit per la *propietat aliena. PA*.

TAULA 4.19. Assignació de la variable categòrica Propietat aliena a cada indústria.2001

Indústria Aeroportuària	CATEGORIA Propietat aliena
HKIA	3
NARITA A A	3
APACLtd. MELB.	2
AUCKLAND IALtd	1
BRISBANE ACLtd	2
WACLtd PERTH	2
SYDNEY ACLtd.	2
ADMTL	3
CALGARY A A	3
GTAA	3
OTTAWA IA	3
VIAA	3
ASUR	1
INDIANAPOLIS A A	3
MWAA NATIONAL	3
MWAA DULLES	3
AD ROMA SpA	2
SAGA TORINO SpA	2
AD FIRENZE SpA	2
DUBLIN AA	3
BRUSSELS IAC	2
COPENH. AIRPORTS A/S	2
OSLO F A/S	3
CZECH A A	3
BAA STANSTED	1
MANCHESTER AG Plc.	3
F MÜNCHEN GmbH	3
F HAMBURG GmbH	2
AI GENÈVE	3
UNIQUE ZURICH A	1
F WIEN AG	3
ATHENS IA	2

El programa DEA envolupant en el que se centra el tractament d'aquestes variables categòriques sobre la base dels quatre inputs DONOL, DOL, E i AF i, els tres outputs WLUs, ATMs i INOA és el següent:

$$\min .\theta_m$$

s.a.

$$\sum_{n \in N_A} y_{jn} \lambda_n \geq y_{jm}; \quad j = 1,2,3 \text{ outputs.}$$

$$\sum_{n \in N_A} x_{in} \lambda_n \leq \theta_m x_{im}; \quad i = DOL, DONOL, E, AF \text{ i } PA$$

$$\lambda_n \geq 0; \quad \theta_m, \text{ no restringit.}$$

Essent el subconjunt N_A el corresponen a cada categoria i , PA la variable categòrica que indica la participació aliena. Les explotacions s'expressen a les Taules B.17 a B.20 de l'annex B.

Aquest programa també ha estat resolt a través del software DEA-Solver de Cooper, Seiford i Tone. La metodologia utilitzada per aquests autors avalua l'eficiència de les indústries de la categoria 1 únicament dins d'aquesta categoria, mentre que les indústries de la categoria 2 s'avaluen respecte a la categoria 1, 2 i, les indústries de la categoria 3 s'avaluen prenent com a referents a totes les categories.

Per l'any 2001, pot veure's que el conjunt de referència per a les indústries aeroportuàries de la categoria 1 formen part únicament les indústries de la categoria 1 mentre que, en el conjunt de referència per a les indústries de la categoria 2, algunes de les indústries prenen com a referents algunes de les indústries de la categoria 1. Així per exemple, les indústries Auckland IALtd i ASUR són conjunts de referència. Les indústries de la categoria 3 prenen com a referents, com era d'esperar, els valors que ja es van obtenir en el model CCR.

Contràriament allò que es podria esperar pel fet que la categoria 1 representa la situació *menys controlada*, l'índex mitjà de la categoria 1 és superior al de la categoria 2 i, aquesta és superior a la de la categoria 3.

Per l'any 2002, el rànquing de les mitjanes de les eficiències de cada categoria és manté, ja que, la categorització entre les diferents indústries no varia.

A les taules 4.1.20 i 4.4.20 es representen les categoritzacions i els conjunts de referència de les indústries per els anys 2001 a 2004 i que corresponen als inputs no controlables.

TAULA 4.1.20.- Categorització i conjunt de referències de les Indústries per l'any 2001. Inputs no controlables

INDÚSTRIA AEROPORTUÀRIA	Categoria	ÍNDEX	Conjunt de referència			
AUCKLAND IALtd	1	1	AUCKLAND IALtd			
ASUR	1	1	ASUR			
BAA STANSTED	1	0,687	AUCKLAND IALtd			
UNIQUE ZURICH A	1	0,974	AUCKLAND IALtd			
APACLtd. MELB.	2	1	APACLtd. MELB.			
BRISBANE ACLtd	2	1	BRISBANE ACLtd			
WACLtd PERTH	2	0,873	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd		
SYDNEY ACLtd.	2	0,903	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd		
AD ROMA SpA	2	0,541	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	F HAMBURG GmbH	
SAGA TORINO SpA	2	1	SAGA TORINO SpA			
AD FIRENZE SpA	2	1	AD FIRENZE SpA			
BRUSSELS AIC	2	0,995	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	SAGA TORINO SpA	F HAMBURG GmbH
COPENH. AIRPORTS A/S	2	0,958	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	F HAMBURG GmbH	
F HAMBURG GmbH	2	1	F HAMBURG GmbH			
ATHENS IA	2	0,356	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	BRISBANE ACLtd	ASUR
HKIA	3	0,623	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd	F WIEN AG	
NARITA A A	3	0,914	BRISBANE ACLtd	F WIEN AG		
ADMTL	3	0,87	OTTAWA IA	VIAA		
CALGARY A A	3	1	CALGARY A A			
GTAA	3	0,559	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd	VIAA	
OTTAWA IA	3	1	OTTAWA IA			
VIAA	3	1	VIAA			
INDIANAPOLIS A A	3	1	INDIANAPOLIS A A			
MWAA NATIONAL	3	0,671	VIAA	INDIANAPOLIS A A		
MWAA DULLES	3	0,631	VIAA	INDIANAPOLIS A A		
DUBLIN A A Plc.	3	1	DUBLIN A A Plc.			
OSLO F A/S	3	0,613	APACLtd. MELB.	VIAA	INDIANAPOLIS A A	
CZECH A A	3	0,395	VIAA	INDIANAPOLIS A A		
MANCHESTER AG Plc.	3	0,424	VIAA	AI GENÈVE		
F MÜNCHEN GmbH	3	0,402	VIAA	AI GENÈVE		
AI GENÈVE	3	1	AI GENÈVE			
F WIEN AG	3	1	F WIEN AG			

TAULA 4.2.20.- Categorització i conjunt de referències de les Indústries per l'any 2002. Inputs no controlables

INDÚSTRIA AEROPORTUÀRIA	Categoria	ÍNDEX	Conjunt de referència			
AUCKLAND IALtd	1	1	AUCKLAND IALtd			
ASUR	1	1	ASUR			
BAA STANSTED	1	0,850	AUCKLAND IALtd			
UNIQUE ZURICH A	1	0,904	AUCKLAND IALtd			
APACLtd. MELB.	2	1	APACLtd. MELB.			
BRISBANE ACLtd	2	1	BRISBANE ACLtd			
WACLtd PERTH	2	0,839	APACLtd. MELB.	SAGA TORINO SpA		
SYDNEY ACLtd.	2	0,963	APACLtd. MELB.			
AD ROMA SpA	2	0,635	APACLtd. MELB.	SAGA TORINO SpA	F HAMBURG GmbH	
SAGA TORINO SpA	2	1	SAGA TORINO SpA			
AD FIRENZE SpA	2	1	AD FIRENZE SpA			
BRUSSELS AIC	2	0,886	APACLtd. MELB.	SAGA TORINO SpA	AD FIRENZE SpA	F HAMBURG GmbH
COPENH. AIRPORTS A/S	2	0,974	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	F HAMBURG GmbH	
F HAMBURG GmbH	2	1	F HAMBURG GmbH			
ATHENS IA	2	0,406	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	ASUR	
HKIA	3	0,611	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd		
NARITA A A	3	1	NARITA A A			
ADMTL	3	0,966	VIAA	SAGA TORINO SpA		
CALGARY A A	3	1	CALGARY A A			
GTAA	3	0,451	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd	CALGARY A A	VIAA
OTTAWA IA	3	0,546	BRISBANE ACLtd	CALGARY A A	ASUR	
VIAA	3	1	VIAA			
INDIANAPOLIS A A	3	1	INDIANAPOLIS A A			
MWAA NATIONAL	3	0,874	BRISBANE ACLtd	VIAA		
MWAA DULLES	3	0,943	BRISBANE ACLtd	VIAA		
DUBLIN A A Plc.	3	1	DUBLIN A A Plc.			
OSLO F A/S	3	0,701	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	VIAA	F WIEN AG
CZECH A A	3	0,455	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	VIAA	
MANCHESTER AG Plc.	3	0,544	VIAA	DUBLIN A A Plc.		
F MÜNCHEN GmbH	3	0,427	VIAA	AI GENÈVE	F WIEN AG	
AI GENÈVE	3	1	AI GENÈVE			
F WIEN AG	3	1	F WIEN AG			

TAULA 4.3.20.- Categorització i conjunt de referències de les Indústries per l'any 2003. Inputs no controlables

INDÚSTRIA AEROPORTUÀRIA	Categoria	ÍNDEX	Conjunt de referència			
AUCKLAND IALtd	1	1	AUCKLAND IALtd			
ASUR	1	1	ASUR			
BAA STANSTED	1	1	BAA STANSTED			
UNIQUE ZURICH A	1	1	UNIQUE ZURICH A			
APACLtd. MELB.	2	1	APACLtd. MELB.			
BRISBANE ACLtd	2	1	BRISBANE ACLtd			
WACLtd PERTH	2	0,807	APACLtd. MELB.	F HAMBURG GmbH		
SYDNEY ACLtd.	2	0,901	APACLtd. MELB.			
AD ROMA SpA	2	0,585	APACLtd. MELB.	F HAMBURG GmbH		
SAGA TORINO SpA	2	1	SAGA TORINO SpA			
AD FIRENZE SpA	2	1	AD FIRENZE SpA			
BRUSSELS AIC	2	0,846	APACLtd. MELB.	SAGA TORINO SpA	AD FIRENZE SpA	F HAMBURG GmbH
COPENH. AIRPORTS A/S	2	0,654	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	F HAMBURG GmbH	
F HAMBURG GmbH	2	1	F HAMBURG GmbH			
ATHENS IA	2	0,406	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	ASUR	
HKIA	3	0,528	APACLtd. MELB.			
NARITA A A	3	0,917	APACLtd. MELB.			
ADMTL	3	0,779	VIAA	AD FIRENZE SpA		
CALGARY A A	3	1	CALGARY A A			
GTAA	3	0,407	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd	CALGARY A A	VIAA
OTTAWA IA	3	0,667	CALGARY A A	VIAA	ASUR	
VIAA	3	1	VIAA			
INDIANAPOLIS A A	3	1	INDIANAPOLIS A A			
MWAA NATIONAL	3	0,951	BRISBANE ACLtd	VIAA		
MWAA DULLES	3	0,816	BRISBANE ACLtd	VIAA		
DUBLIN A A Plc.	3	1	DUBLIN A A Plc.			
OSLO F A/S	3	0,776	APACLtd. MELB.	VIAA	F HAMBURG GmbH	
CZECH A A	3	0,542	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	VIAA	
MANCHESTER AG Plc.	3	0,520	VIAA	DUBLIN A A Plc.	AI GENÈVE	
F MÜNCHEN GmbH	3	0,551	VIAA	DUBLIN A A Plc.	AI GENÈVE	
AI GENÈVE	3	1	AI GENÈVE			
F WIEN AG	3	1	F WIEN AG			

TAULA 4.4.20.- Categorització i conjunt de referències de les Indústries per l'any 2004. Inputs no controlables

INDÚSTRIA AEROPORTUÀRIA	Categoria	ÍNDEX	Conjunt de Referència			
AUCKLAND IALtd	1	1	AUCKLAND IALtd			
BRISBANE ACLtd	1	1	BRISBANE ACLtd			
ASUR	1	1	ASUR			
AD ROMA SpA	1	0,757	BRUSSELS AIC	COPENH. AIRPS A/S	BAA STANSTED	F WIEN AG
BRUSSELS AIC	1	1	BRUSSELS AIC			
COPENH. AIRPORTS A/S	1	1	COPENH. AIRPORTS A/S			
BAA STANSTED	1	1	BAA STANSTED			
UNIQUE ZURICH A	1	0,896	BRISBANE ACLtd	BRUSSELS AIC	COPENH. AIRP. A/S	BAA STAN. F WIEN AG
F WIEN AG	1	1	F WIEN AG			
APACld. MELB.	2	1	APACld. MELB.			
WACLtd PERTH	2	0,622	APACld. MELB.	SAGA TORINO SpA		
SYDNEY ACLtd.	2	1	SYDNEY ACLtd.			
SAGA TORINO SpA	2	1	SAGA TORINO SpA			
AD FIRENZE SpA	2	1	AD FIRENZE SpA			
F HAMBURG GmbH	2	1	F HAMBURG GmbH			
ATHENS IA	2	0,424	APACld. MELB.	ASUR	F WIEN AG	
HKIA	3	0,525	APACld. MELB.			
NARITA A A	3	0,828	APACld. MELB.	SYDNEY ACLtd.		
ADMTL	3	0,781	AUCKLAND IALtd	VIAA		
CALGARY A A	3	1	CALGARY A A			
GTAA	3	0,393	APACld. MELB.	BRISBANE ACLtd	CALGARY A A	VIAA
OTTAWA IA	3	0,714	VIAA	ASUR		
VIAA	3	1	VIAA			
INDIANAPOLIS A A	3	0,893	AUCKLAND IALtd	BRISBANE ACLtd	ASUR	
MWAA NATIONAL	3	0,926	AUCKLAND IALtd	BRISBANE ACLtd	VIAA	MWAA DULL.
MWAA DULLES	3	1	MWAA DULLES			
DUBLIN A A Plc.	3	1	DUBLIN A A Plc.			
OSLO F A/S	3	0,878	APACld. MELB.	DUBLIN A A Plc.		
CZECH A A	3	0,443	APACld. MELB.	AUCKLAND IALtd	VIAA	
MANCHESTER AG Plc.	3	0,618	APACld. MELB.	DUBLIN A A Plc.		
F MÜNCHEN GmbH	3	0,723	APACld. MELB.	DUBLIN A A Plc.		
AI GENÈVE	3	1	AI GENÈVE			

Per l'any 2003, a diferència dels anys anteriors, la categoria 1 assoleix el valor 1, mentre que, en relació als anys anteriors, l'eficiència mitjana de la categoria 2 davalla en relació amb els anys anteriors.

L'any 2004, el nombre d'empreses de categoria 1 va augmentar en detriment de les de categoria 2, això va ser conseqüència del procés de desregulació iniciat a Europa i, en els darrers anys, s'ha traduït en el trasllat del poder de decisió empresarial lluny de la pròpia indústria.

No obstant això, es manté el valor mitjà més alt de l'índex pràcticament igual a la unitat. Un cas aparentment singular d'aquest any és el que es desprèn de la indústria aeroportuària de Indianàpolis AA de categoria 3. En efecte, aquesta indústria pren com a referència l'aeroport d'Auckland, Brisbane i, els de la xarxa d'ASUR que pertanyen a indústries de la categoria 1, a causa que, a la convergència de la seva estructura de despeses operacionals i empleats, malgrat els òrgans de decisions són diferents, privats en el cas dels aeroports d'aquesta categoria i, públics en el cas d'Indianàpolis. No obstant això, l'explicació més justificativa es deriva del fet que l'autoritat aeroportuària d'Indianàpolis va atorgar la concessió de la gestió a BAA que és una de les empreses aeroportuàries privades líders en la gestió i en l'impuls de la liberalització aeroportuària.

b) Inputs qualitius associats a la participació pròpia de la indústria en altres indústries.

Es presenten en les situacions relatives als gestors de les indústries aeroportuàries en la que la titularitat del seu capital està localitzada majoritàriament en la pròpia instal·lació.

Les variables ambientals o qualitatives poden ser, tot i essent categòriques, sota el domini del propietari de l'empresa aeroportuària. Aquest és el cas, tal com es va reflectir a l'apartat 4.3, dels aeroports que poden o no participar de la propietat d'altres indústries.

Pel tractament de les indústries amb aquest tipus de variables s'escau també l'ús de variables categòriques. Classificant-se les indústries en tres categories:

- Les indústries aeroportuàries amb la categoria 1 són les que representen als aeroports únicament propietaris de les seves instal·lacions.
- La categoria 2 representa a la indústria que participa majoritàriament en almenys en un altra indústria.
- La categoria 3 representa a les indústries que tenen la majoria del capital de més d'una indústria.

La taula 4.21 classifica als aeroports segons la variable categòrica relativa aquest input controlable.

TAULA 4.21.- Assignació de la variable categòrica Propietat pròpia a cada indústria.2004

Indústria Aeroportuària	Nombre d'indústries controlades	CATEGORIA Propietat pròpia
HKIA	2	2
NARITA A A	1	1
APACLtd. MELB.	1	1
AUCKLAND IALtd	2	2
BRISBANE ACLtd	1	1
WACLtd PERTH	1	1
SYDNEY ACLtd.	1	1
ADMTL	1	1
CALGARY A A	1	1
GTAA	1	1
OTTAWA IA	1	1
VIAA	>2	3
ASUR	1	1
INDIANAPOLIS A A	1	1
MWAA NATIONAL	1	1
MWAA DULLES	1	1
AD ROMA SpA	1	1
SAGA TORINO SpA	1	1
AD FIRENZE SpA	1	1
DUBLIN AA	2	2
BRUSSELS IAC	1	1
COPENH. AIRPORTS A/S	2	2
OSLO F A/S	1	1
CZECH A A	1	1
BAA STANSTED	>2	3
MANCHESTER AG Plc.	>2	3
F MÜNCHEN GmbH	1	1
F HAMBURG GmbH	1	1
AI GENÈVE	1	1
UNIQUE ZÜRICH A	1	1
F WIEN AG	2	2
ATHENS IA	1	1

Pel que fa al model DEA empleat s'ha elegit el model CCR, en el escenari de l'explotació amb els inputs no controlables associats a l'administració del treball i, el consum i, pels 3 outputs obtinguts.

Les explotacions es mostren a les taules B.19 a B.22 de l'annex B.

Els resultats obtinguts expliquen, per cada DMU, els conjunts de referència per a cada categoria en el supòsit que la DMU no resulti eficient. Els conjunts de referència mostraran la categoria bàsica associada a cada indústria aeroportuària i les possibilitats disponibles que s'escaiguin. Aquests resultats es mostren a les taules 4.1.22 a 4.4.22.

Per l'any 2001, les indústries que tenen un índex mitjà d'eficiència superior a les altres dues categories són les 5 indústries que almenys tenen quotes de participació de capital de, si més no, una indústria, en canvi, les que haurien de ser considerades amb una mitjana més alta pel fet que participen en més d'una indústria, són menys eficients. Succeeix el mateix a la taula de l'any 2002 següent.

En canvi, l'any 2003, des del punt de vista de l'índex, no es significatiu el fet que una indústria participi o no en la propietat d'altres indústries ja que l'índex és pràcticament igual.

TAULA.4.1.22.-Categorització i conjunt de referència per l'any 2001. Inputs controlables

INDÚSTRIES AERONÀUTIQUES	Categoria	ÍNDEX	Conjunt de referència			
NARITA A A	1	0,919	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd		
APACLtd. MELB.	1	1	APACLtd. MELB.			
BRISBANE ACLtd	1	1	BRISBANE ACLtd			
WACLtd PERTH	1	0,822	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd	INDIANAPOLIS A A	
SYDNEY ACLtd.	1	0,903	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd		
ADMTL	1	0,968	CALGARY A A	OTTAWA IA	AI GENÈVE	
CALGARY A A	1	1	CALGARY A A			
GTAA	1	0,610	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd	CALGARY A A	
OTTAWA IA	1	1	OTTAWA IA			
ASUR	1	0,916	BRISBANE ACLtd	CALGARY A A		
INDIANAPOLIS A A	1	1	INDIANAPOLIS A A			
MWAA NATIONAL	1	0,764	CALGARY A A	INDIANAPOLIS A A		
MWAA DULLES	1	0,703	CALGARY A A	INDIANAPOLIS A A		
AD ROMA SpA	1	0,455	APACLtd. MELB.	INDIANAPOLIS A A	AI GENÈVE	
SAGA TORINO SpA	1	1	SAGA TORINO SpA			
AD FIRENZE SpA	1	0,881	OTTAWA IA	SAGA TORINO SpA		
BRUSSELS AIC	1	0,808	APACLtd. MELB.	CALGARY A A	AI GENÈVE	
OSLO F A/S	1	0,796	APACLtd. MELB.	INDIANAPOLIS A A	AI GENÈVE	
CZECH A A	1	0,496	INDIANAPOLIS A A	AI GENÈVE		
F MÜNCHEN GmbH	1	0,467	INDIANAPOLIS A A	AI GENÈVE		
F HAMBURG GmbH	1	1	F HAMBURG GmbH			
AI GENÈVE	1	1	AI GENÈVE			
UNIQUE ZURICH A	1	0,749	INDIANAPOLIS A A	F HAMBURG GmbH	AI GENÈVE	
ATHENS IA	1	0,320	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd	CALGARY A A	INDIANAPOLIS A A
HKIA	2	0,624	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd	F WIEN AG	
AUCKLAND IALtd	2	1	AUCKLAND IALtd			
DUBLIN A A Plc.	2	1	DUBLIN A A Plc.			
COPENH. AIRPORTS A/S	2	0,901	APACLtd. MELB.	CALGARY A A	INDIANAPOLIS A A	F HAMBURG GmbH
F WIEN AG	2	1	F WIEN AG			
VIAA	3	1	VIAA			
BAA STANSTED	3	0,454	VIAA	INDIANAPOLIS A A		
MANCHESTER AG Plc.	3	0,424	VIAA	AI GENÈVE		

TAULA.4.2.22.-Categorització i conjunt de referència per l'any 2002. Inputs controlables

INDÚSTRIA AEROPORTUÀRIA	Categoria	ÍNDEX	Conjunt de referència			
NARITA A A	1	1	NARITA A A			
APACLtd. MELB.	1	1	BRISBANE ACLtd			
BRISBANE ACLtd	1	0,833	APACLtd. MELB.	AI GENÈVE		
WACLtd PERTH	1	0,959	NARITA A A	APACLtd. MELB.		
SYDNEY ACLtd.	1	1	SYDNEY ACLtd.			
ADMTL	1	1	ADMTL			
CALGARY A A	1	0,494	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd	CALGARY A A	
GTAA	1	0,546	BRISBANE ACLtd	CALGARY A A	ASUR	
OTTAWA IA	1	1	OTTAWA IA			
ASUR	1	1	ASUR			
INDIANAPOLIS A A	1	1	INDIANAPOLIS A A			
MWAA NATIONAL	1	0,988	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd	CALGARY A A	
MWAA DULLES	1	1	MWAA DULLES			
AD ROMA SpA	1	0,515	APACLtd. MELB.	F HAMBURG GmbH	AI GENÈVE	
SAGA TORINO SpA	1	1	SAGA TORINO SpA			
AD FIRENZE SpA	1	1	AD FIRENZE SpA			
BRUSSELS AIC	1	0,727	APACLtd. MELB.	CALGARY A A	AI GENÈVE	
OSLO F A/S	1	0,781	APACLtd. MELB.	AI GENÈVE		
CZECH A A	1	0,519	APACLtd. MELB.	CALGARY A A	AI GENÈVE	
F MÜNCHEN GmbH	1	0,450	APACLtd. MELB.	AI GENÈVE		
F HAMBURG GmbH	1	1	F HAMBURG GmbH			
AI GENÈVE	1	1	AI GENÈVE			
UNIQUE ZURICH A	1	0,701	APACLtd. MELB.	F HAMBURG GmbH	AI GENÈVE	
ATHENS IA	1	0,313	APACLtd. MELB.	CALGARY A A	AI GENÈVE	
HKIA	2	0,611	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd		
AUCKLAND IALtd	2	1	AUCKLAND IALtd			
DUBLIN A A Plc.	2	1	DUBLIN A A Plc.			
COPENH. AIRPORTS A/S	2	0,957	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	CALGARY A A	F HAMBURG GmbH
F WIEN AG	2	1	F WIEN AG			
VIAA	3	1	VIAA			
BAA STANSTED	3	0,636	APACLtd. MELB.	VIAA		
MANCHESTER AG Plc.	3	0,544	VIAA	DUBLIN A A Plc.		

TAULA.4.3.22.-Categorització i conjunt de referència per l'any 2003. Inputs controlables

INDÚSTRIA AEROPORTUÀRIA	Categoria	ÍNDEX	Conjunt de referència			
NARITA A A	1	0,917	APACLtd. MELB.			
APACLtd. MELB.	1	1	APACLtd. MELB.			
BRISBANE ACLtd	1	1	BRISBANE ACLtd			
WACLtd PERTH	1	0,799	APACLtd. MELB.	AI GENÈVE		
SYDNEY ACLtd.	1	0,901	APACLtd. MELB.			
ADMTL	1	1	ADMTL			
CALGARY A A	1	1	CALGARY A A			
GTAA	1	0,429	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd	CALGARY A A	MWAA NATIONAL
OTTAWA IA	1	0,815	ADMTL	CALGARY A A	INDIANAPOLIS A A	MWAA NATIONAL
ASUR	1	1	ASUR			
INDIANAPOLIS A A	1	1	INDIANAPOLIS A A			
MWAA NATIONAL	1	1	MWAA NATIONAL			
MWAA DULLES	1	0,848	BRISBANE ACLtd	MWAA NATIONAL		
AD ROMA SpA	1	0,509	APACLtd. MELB.	F HAMBURG GmbH	AI GENÈVE	
SAGA TORINO SpA	1	0,954	APACLtd. MELB.	AD FIRENZE SpA	F HAMBURG GmbH	AI GENÈVE
AD FIRENZE SpA	1	1	AD FIRENZE SpA			
BRUSSELS AIC	1	0,710	APACLtd. MELB.	CALGARY A A	AI GENÈVE	
OSLO F A/S	1	0,848	APACLtd. MELB.	AI GENÈVE		
CZECH A A	1	0,629	APACLtd. MELB.	ADMTL	INDIANAPOLIS A A	AI GENÈVE
F MÜNCHEN GmbH	1	0,637	APACLtd. MELB.	AI GENÈVE		
F HAMBURG GmbH	1	1	F HAMBURG GmbH			
AI GENÈVE	1	1	AI GENÈVE			
UNIQUE ZURICH A	1	0,642	APACLtd. MELB.	F HAMBURG GmbH	AI GENÈVE	
ATHENS IA	1	0,366	APACLtd. MELB.	CALGARY A A	ASUR	INDIANAPOLIS A A
HKIA	2	0,528	APACLtd. MELB.			
AUCKLAND IALtd	2	1	AUCKLAND IALtd			
DUBLIN A A Plc.	2	1	DUBLIN A A Plc.			
COPENH. AIRPORTS A/S	2	0,654	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	F HAMBURG GmbH	
F WIEN AG	2	1	F WIEN AG			
VIAA	3	1	VIAA			
BAA STANSTED	3	0,862	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd		
MANCHESTER AG Plc.	3	0,520	VIAA	DUBLIN A A Plc.	AI GENÈVE	

TAULA.4.4.22.-Categorització i conjunt de referència per l'any 2004. Inputs controlables

INDÚSTRIA AEROPORTUÀRIA	Categoria	ÍNDEX	Conjunt de referència				
NARITA A A	1	0,828	APACLtd. MELB.	SYDNEY ACLtd.			
APACLtd. MELB.	1	1	APACLtd. MELB.				
BRISBANE ACLtd	1	1	BRISBANE ACLtd				
WACLtd PERTH	1	0,622	APACLtd. MELB.	SAGA TORINO SpA			
SYDNEY ACLtd.	1	1	SYDNEY ACLtd.				
ADMTL	1	1	ADMTL				
CALGARY A A	1	1	CALGARY A A				
GTAA	1	0,403	APACLtd. MELB.	CALGARY A A	MWAA NATIONAL	MWAA DULL.	
OTTAWA IA	1	0,849	CALGARY A A	AI GENÈVE			
ASUR	1	1	ASUR				
INDIANAPOLIS A A	1	1	INDIANAPOLIS A A				
MWAA NATIONAL	1	1	MWAA NATIONAL				
MWAA DULLES	1	1	MWAA DULLES				
AD ROMA SpA	1	0,516	APACLtd. MELB.	F HAMBURG GmbH	AI GENÈVE		
SAGA TORINO SpA	1	1	SAGA TORINO SpA				
AD FIRENZE SpA	1	1	AD FIRENZE SpA				
BRUSSELS AIC	1	0,752	APACLtd. MELB.	CALGARY A A	AI GENÈVE		
OSLO F A/S	1	0,906	APACLtd. MELB.	AI GENÈVE			
CZECH A A	1	0,556	APACLtd. MELB.	ADMTL	CALGARY A A	MWAA NATION.	
F MÜNCHEN GmbH	1	0,814	APACLtd. MELB.	AI GENÈVE			
F HAMBURG GmbH	1	1	F HAMBURG GmbH				
AI GENÈVE	1	1	AI GENÈVE				
UNIQUE ZURICH A	1	0,586	APACLtd. MELB.	F HAMBURG GmbH	AI GENÈVE		
ATHENS IA	1	0,381	APACLtd. MELB.	CALGARY A A	INDIANAPOLIS A A	MWAA DULL.	
HKIA	2	0,525	APACLtd. MELB.				
AUCKLAND IALtd	2	1	AUCKLAND IALtd				
DUBLIN A A Plc.	2	1	DUBLIN A A Plc.				
COPENH. AIRPORTS A/S	2	0,910	APACLtd. MELB.	AUCKLAND IALtd	CALGARY A A	F HAMBURG G.	AI GENÈVE
F WIEN AG	2	1	F WIEN AG				
VIAA	3	1	VIAA				
BAA STANSTED	3	0,664	APACLtd. MELB.	F HAMBURG GmbH	AI GENÈVE		
MANCHESTER AG Plc.	3	0,618	APACLtd. MELB.	DUBLIN A A Plc.			

Contràriament allò que succeix per les variables categòriques que defineixen el control o domini per un propietari aliè a la pròpia empresa, de l'anàlisi d'aquestes darreres taules, no es desprèn cap aspecte rellevant. El que hauria estat rellevant és que la categoria 3 hagués assolit un comportament eficient superior al de la categoria 2 que al seu torn, té un millor comportament que les indústries de la categoria 1.

Aquesta circumstància ha comportat que en la mostra no es reflacteixi en un nombre molt significatiu d'empreses que ja hagin establert polítiques de compres d'altres instal·lacions aeroportuàries. A tall d'exemple, les empreses de la categoria 3, BAA (Stansted) i Vancouver (VIAA), respectivament a escala mundial i continental i, Manchester AG Plc. a escala local, són empreses aeroportuàries que ja han començat arreu el seu propi procés de participació pròpia.

4.6.1.- Anàlisi de la sensibilitat dels resultats

Correspon finalment escatir si els resultats ambientals de les variables categòriques controlables i, no controlables són significatius i, en cas afirmatiu, dur a terme si s'escau, un anàlisi de la seva influència.

És a dir, s'intenta respondre a la pregunta si els inputs qualitatiu o ambientals de caràcter categòric són significatius en relació amb l'eficiència i, en cas afirmatiu poder esbrinar la naturalesa i, l'abast de la seva influència sobre les eficiències.

En aquest context, s'ha contrastat l'existència de diferències en els valors mitjans de l'eficiència segons les categories a través d'un anàlisi de la variància. Els resultats són a la següent taula:

TAULA 4.23 Resultats de la variància.

Informe

ÍNDEX EFC.

Categoria PA	Mitjana	N	Desv. típ.	Variància
1	,96	9	,084	,007
2	,86	7	,240	,057
3	,80	16	,208	,043
Total	,86	32	,197	,039

Informe

ÍNDEX EFC.

Categoria PR	Mitjana	N	Desv. típ.	Variància
1	,84221	24	,213155	,045
2	,88700	5	,206083	,042
3	,76067	3	,208541	,043
Total	,84156	32	,207273	,043

Els resultats indiquen que l'eficiència és afectada per l'input *propietat aliena* mesurada ja sigui per l'empresa o les empreses externes a les indústries aeroportuàries que ostenten la majoria de l'accionariat de l'accionariat del seu capital, ja sigui que cotitzin a la borsa, o ja sigui en menor mesura quan la majoria del capital es controlat encara per la indústria amb una quota de participació superior al 50%. Es pot considerar en ambdós casos que l'input té una influència significativa sobre l'índex d'eficiència, ja que, la quota de participació aliena en el

capital de la indústria que representa la categoria menys favorable, té l'índex més alt.

En canvi, per l'input *propietat pròpia*, l'aplicació DEA a l'explotació de l'any 2004 no sembla que tingui una influència significativa, tot i que, la direcció d'aquesta influència sigui negativa. Això és coherent amb la mitjana dels índex i, la seva relació amb la categoria establerta, ja que, per una categoria més elevada s'obté un índex d'eficiència inferior.

4.6.2.- Conclusions

L'explotació dels recursos disponibles en el context del factor treball, consum i capital s'han ubicat ja sigui en el si d'un entorn considerat de la pròpia empresa aeroportuària i, per tant, sota el domini del seu propi consell d'administració, o ja sigui, aliè, quan la presa de decisions del consell tant des del punt de vista del concepte que la indústria aeroportuària és propietat d'un únic grup empresarial, com si les accions de la companyia aeroportuària cotitzen al mercat borsari.

En aquest context, s'introdueixen els inputs que defineixen el control gradual entre: la situació més favorable, és a dir, s'exerceix el control total, a la més desfavorable, quan s'exerceix un control residual, o nul de la indústria per els seus propis gestors i, aquella que estableix una categoria intermèdia per la situació per la qual la titularitat del capital, tot i que sigui privat i aliè a la indústria, pertany a diferents òrgans de decisió.

La categorització dels inputs qualitius sota el domini del productor és diferent i consisteix en el fet que la pròpia indústria aeroportuària pugui participar, o no, accionarialment a altres indústries. La segmentació determina les següents categories: en el cas més favorable representa a les indústries que participen accionarialment en més d'una indústria, la categoria intermèdia representa a les indústries que participen, si més no, en una indústria i, representaria la categoria menys favorable quan no té lloc cap participació.

Com a primera conclusió, en el marc dels inputs qualitius definits per la propietat aliena, els resultats obtinguts subratllen el fet que la mitjana de l'eficiència més elevada correspon a la categoria que representa a les indústries en la situació menys favorable, és a dir, aquella en la que les decisions dels òrgans de gestió no corresponen a les mateixes indústries sinó a altres consells d'administració. En el decurs de gairebé tot el període, únicament dues indústries són eficients i són les *peers* amb un poder de representació que es repeteix al llarg del període gens important. No obstant això, al darrer any no solament augmenten el nombre d'indústries d'aquesta categoria sinó que, aquestes, són eficients malgrat que continuen tenint poca representació.

De la mateixa manera que succeeix en el cas dels inputs quantitius controlables, la categoria definida com a més favorable té la mitjana més baixa del seu índex d'eficiència i, únicament VAAA és eficient i al mateix temps referent per la meitat de les empreses incloses dins de la seva categoria. Aquest comportament es repeteix al llarg del període. No obstant això, la situació més rellevant es dona per la categoria intermèdia en la qual la indústria APACLtd. de Melbourne, la *peer*, no solament ho és de les indústries de la seva categoria sinó que a més, és referent d'alguna de les indústries de la categoria més favorable i, més específicament, de les que pertanyen del sector públic.

En relació amb les altres dues categories la categoria intermèdia és la que serveix de marc comparatiu a la categoria més favorable. Per exemple, la indústria eficient de Melbourne és la *peer* de totes les indústries ineficients de la seva categoria i, d'algunes de les indústries de la categoria més favorable.

Finalment, quan menys "*incontrolada*" sigui la categoria és més eficient. Aquest fet resulta significatiu quan s'analitza la variància sobre les variables: índexs d'eficiència obtinguts i la variable definida per la categorització establerta, raó per la qual, els inputs qualitius no controlables constitueixen un marc referent del procés desregulador encetat a les indústries aeroportuàries.

La segona conclusió es refereix als inputs qualitius definits per la propietat pròpia: la categoria intermèdia, la que representa a les indústries que són propietàries si més no d'un altra indústria, és la que té l'índex d'eficient mitjà més elevat, no obstant això, en la categoria del que formen part les indústries únicament propietàries dels seus aeroports, la de Melbourne és la indústria referent del període.

Cal dir, però, que no hi ha una relació directa entre les categories i, les seves mitjanes d'eficiència. Per bé que, la categoria intermèdia té una mitjana d'índex superior a la categoria menys favorable, ja que, els aeroports d'aquesta categoria són propietaris de, si més no, una indústria addicional. Però, aquest índex és inferior en la categoria que va considerar-se més favorable pel fet de ser propietaris de més d'una indústria. L'anàlisi de la variància corrobora la no significació de la variable explicativa "*propietat pròpia*" i, en conseqüència, aquests inputs qualitius no constitueixen un marc referent del procés desregulador encetat a les indústries aeroportuàries.

4.7.- Les comparacions de l'eficiència entre diferents activitats

Es representen dos tipus d'activitats. Les indústries que tenen la totalitat o la majoria del seu capital públic i, les que la totalitat o la majoria del seu capital públic el seu capital és a mans del sector privat. Aquests dos escenaris temporals es mostren a la taula següent:

Taula 4.24.- Escenaris temporals de la propietat pública i privada

[A]PROPIETAT DEL CAPITAL PÚBLICA O MAJORITÀRIAMENT PÚBLICA	2004	[B]PROPIETAT DEL CAPITAL PRIVADA O MAJORITÀRIAMENT PRIVADA
A1 HKIA		B1 APACLtd. MELB.
A2 NARITA A A		B2 AUCKLAND IALtd
A3 ADMTL		B3 BRISBANE ACLtd
A4 CALGARY A A		B4 WACLtd PERTH
A5 GTAA		B5 SYDNEY ACLtd.
A6 OTTAWA IA		B6 ASUR
A7 VIAA		B7 AD ROMA SpA
A8 INDIANAPOLIS A A		B8 AD FIRENZE SpA
A9 MWAA NATIONAL		B9 BRUSSELS IAC
A10 MWAA DULLES		B10 COPENHAGEN A A/S
A11 SAGA TORINO SpA		B11 BAA Ltd. STANSTED
A12 DUBLIN A A Plc.		B12 UNIQUE ZURICH A
A13 OSLO A A/S		B13 F WIEN AG
A14 CZECH A A		
A15 MANCHESTER AG Plc.		
A16 F MÜNCHEN GmbH		
A17 F HAMBURG GmbH		
A18 AI GENÈVE		
A19 ATHENS IA		
[A]PROPIETAT DEL CAPITAL PÚBLICA O MAJORITÀRIAMENT PÚBLICA	2001	[B]PROPIETAT DEL CAPITAL PRIVADA O MAJORITÀRIAMENT PRIVADA
A1 HKIA		B1 APACLtd. MELB.
A2 NARITA A A		B2 AUCKLAND IALtd
A3 ADMTL		B3 BRISBANE ACLtd
A4 CALGARY A A		B4 WACLtd PERTH
A5 GTAA		B5 SYDNEY ACLtd.
A6 OTTAWA IA		B6 ASUR
A7 VIAA		B7 AD FIRENZE SpA
A8 INDIANAPOLIS A A		B8 COPENHAGEN A A/S
A9 MWAA NATIONAL		B9 BAA Ltd. STANSTED
A10 MWAA DULLES		B10 UNIQUE ZURICH A
A11 AD ROMA SpA		B11 F WIEN AG
A12 SAGA TORINO SpA		
A14 DUBLIN A A Plc.		
A 13 BRUSSELS IAC		
A15 OSLO A A/S		
A16 CZECH A A		
A17 MANCHESTER AG Plc.		
A18 F MÜNCHEN GmbH		
A19 F HAMBURG GmbH		
A20 AI GENÈVE		
A21 ATHENS IA		

A l'annex B, Taules B.22 i B.23, s'expressen les explotacions corresponents a la comparació de Propietats majoritàriament públiques i privades dels anys 2001 i 2004. Les taules 4.1.25 a 4.4.25 mostren les comparacions resultants.

Taula 4.1.25.- Comparació d'Indústries en els dos Sistemes. 2001.

INDÚSTRIES AEROPORTUÀRIES		ASSIGNACIÓ	ÍNDEX	Conjunt de referència		
A1	HKIA	1	0,624	B1	B3	B11
A2	NARITA A A	1	0,915	B3	B11	
A3	ADMTL	1	0,870	A6	A7	
A4	CALGARY A A	1	1	A4		
A5	GTAA	1	0,720	A7	A8	
A6	OTTAWA IA	1	1	A6		
A7	VIAA	1	1	A7		
A8	INDIANAPOLIS A A	1	1	A8		
A9	MWAA NATIONAL	1	0,671	A7	A8	
A10	MWAA DULLES	1	0,631	A7	A8	
A11	AD ROMA SpA	1	0,398	A7	A8	
A12	SAGA TORINO SpA	1	1	A12		
A13	DUBLIN A A Plc.	1	1	A13		
A14	BRUSSELS IAC	1	0,656	A4	A6	A7
A15	OSLO A A/S	1	0,631	A2	A7	A8
A16	CZECH A A	1	0,395	A7	A8	
A17	MANCHESTER AG Plc.	1	0,424	A7	A20	
A18	F MÜNCHEN GmbH	1	0,402	A7	A20	
A19	F HAMBURG GmbH	1	1	A19		
A20	AI GENÈVE	1	1	A20		
A21	ATHENS IA	1	0,356	B1	B2	B3 B6
B1	APACLtd. MELB.	2	1	B1		
B2	AUCKLAND IALtd	2	0,982	A7	A8	
B3	BRISBANE ACLtd	2	1	B3		
B4	WACLtd PERTH	2	0,874	B1	B3	
B5	SYDNEY ACLtd.	2	0,902	B1	B3	B11
B6	ASUR	2	1	B6		
B7	AD FIRENZE SpA	2	0,881	A6	A12	
B8	COPENHAGEN A A/S	2	0,872	A7	A8	
B9	BAA Ltd. STANSTED	2	0,454	A7	A8	
B10	UNIQUE ZURICH A	2	0,684	A7	A8	
B11	F WIEN AG	2	1	B11		

Comparació dels dos Sistemes

SISTEMA	Sistema A	Sistema B
Nombre de Indústries Aeroportuàries Eficients	8	4
Eficiència mitjana	0,747	0,877
Freqüència de referència respecte l'altre sistema	10	9

TAULES 4.4.25 Comparació d'Indústries en els dos Sistemes. 2004

INDÚSTRIES AEROPORTUÀRIES		ASSIGNACIÓ	ÍNDEX	Conjunt de	referència	
A1	HKIA	1	0,525	B1		
A2	NARITA A A	1	0,828	B1	B5	
A3	ADMTL	1	0,808	A7	A8	
A4	CALGARY A A	1	1	A4		
A5	GTAA	1	0,483	B1	B6	B13
A6	OTTAWA IA	1	0,721	A4	A7	
A7	VIAA	1	1	A7		
A8	INDIANAPOLIS A A	1	0,893	B2	B3	B6
A9	MWAA NATIONAL	1	0,936	A7	A8	A10
A10	MWAA DULLES	1	1	A10		
A11	SAGA TORINO SpA	1	1	A11		
A12	DUBLIN A A Plc.	1	1	A12		
A13	OSLO A A/S	1	0,987	B1	B13	
A14	CZECH A A	1	0,535	A7	A8	A17
A15	MANCHESTER AG Plc.	1	0,624	A7	A12	
A16	F MÜNCHEN GmbH	1	0,726	A7	A12	
A17	F HAMBURG GmbH	1	1	A17		
A18	AI GENÈVE	1	1	A18		
A19	ATHENS IA	1	0,424	B1	B6	B13

INDÚSTRIES AEROPORTUÀRIES		ASSIGNACIÓ	ÍNDEX	Conjunt de	referència	
B1	APACLtd. MELB.	2	1	B1		
B2	AUCKLAND IALtd	2	1	B2		
B3	BRISBANE ACLtd	2	1	B3		
B4	WACLtd PERTH	2	0,622	B1	B8	
B5	SYDNEY ACLtd.	2	1	B5		
B6	ASUR	2	1	B6		
B7	AD ROMA SpA	2	0,564	A7	A8	A17
B8	AD FIRENZE SpA	2	1	B8		
B9	BRUSSELS IAC	2	0,672	A7	A11	A18
B10	COPENHAGEN A A/S	2	1	B10		
B11	BAA Ltd. STANSTED	2	0,713	B1	B13	
B12	UNIQUE ZURICH A	2	0,674	B1	B13	
B13	F WIEN AG	2	1	B13		

Comparació dels dos Sistemes

SISTEMA	Sistema A	Sistema B
Nombre de Indústries Aeroportuàries Eficients	7	8
Eficiència mitjana	0,815	0,865
Freqüència de referència respecte l'altre sistema	6	14

El sistema A, propietat pública, per bé que s'observa una lleugera disminució en el nombre d'indústries continua essent majoritària en tot el període.

En el decurs del període el nombre d'indústries aeroportuàries amb capital públic eficient davalla en una unitat, mentre que, el nombre d'indústries amb capital privat en la mostra, ha augmentat en un 100%.

L'eficiència mitjana en els dos subperíodes és sempre superior en el sistema B. No obstant això, l'eficiència del sistema A ha pujat de manera que, al final del període, ambdues eficiències són similars. Això significa que en termes generals i, des del punt de vista de l'orientació input, s'ha produït un millor aprofitament dels recursos disponibles per les indústries públiques en els darrers anys. Mentre que en les que són en control del sector privat el valor percentual de la disminució global de l'eficiència és únicament del 2%.

La freqüència de referència d'un sistema respecte l'altre sistema respon al següent comportament: en relació al sistema A, el nombre d'indústries privades que els aeroports públics prenen com a referents augmenta de 9 a 14. Això és coherent amb el fet que les indústries de titularitat privada eficients també ha augmentat. Des d'aquest punt de vista, han augmentat també el nombre d'aeroports ineficients del grup públic que prenen com a referents els aeroports privats. En aquest context, l'aeroport privat de Melbourne és el més referent del sector públic.

En canvi, en relació amb el sistema B, el nombre d'indústries públiques que els aeroports privats prenen com a referents ha baixat de 10 a 6. Aquest resultat és també coherent des del punt de vista que les indústries de titularitat pública han disminuït en una unitat. En aquest context, ha disminuït el nombre d'aeroports del grup privat que prenen com a referents els aeroports públics. L'aeroport públic de Vancouver (VIAA) és el més referent pel sector privat.

Per provar la diferència estadística en l'eficiència en els dos grups s'assaja el test de la posició estadística (*Sum Rank test*) que, per l'any 2001, dona com a resultat per les indústries de propietat pública $T = -0,2182$, i per les indústries de propietat privada $T = -7,767$.

Per un $\alpha = 10\%$, el percentil superior $\alpha/2$ de la distribució normal Standard és $T = 1,645$.

S'acceptarà la hipòtesi nul·la que els dos grups tenen la mateixa distribució de l'índex d'eficiència si, $-T_{\alpha/2} \leq T \leq T_{\alpha/2}$, mentre que es rebutjarà si, $T \leq -T_{\alpha/2}$ o, $T \geq T_{\alpha/2}$.

Conseqüentment, no s'accepta la hipòtesi nul·la que els índex d'eficiència d'aquests dos grups pertany a la mateixa distribució al nivell de significació del 10%.

Per tant el grup 2, format per les indústries de propietat privada, es comporta millor que el grup 1 format per les indústries públiques.

Per l'any 2004, amb els següents estadístics "Posicions de la suma" $T = 0,97842$ i, $T = -6,84905$ es rebutjarà també la hipòtesi nul·la.

4.7.1.- Conclusions

S'ha establert un marc comparatiu de l'eficiència entre les activitats definides que s'exerceixen en l'àmbit del capital públic versus les que s'exerceixen en l'àmbit del capital privat. El resultat del qual ha afavorit, al llarg del quadrienni, l'eficiència del sector privat. No obstant això, cal dir que si bé l'eficiència mitjana entre els dos sectors en tot el període s'inclina a favor del sector privat, no ha estat significativament superior però, el que és més important, les indústries que continuïn mantenint-se sota la tutela de les autoritats aeroportuàries públiques han millorat, des del punt de vista de l'orientació input, l'ús dels seus factors productius.

En efecte, en el decurs del període, el nombre d'indústries aeroportuàries amb capital públic eficient davalla en una unitat, mentre que el nombre d'indústries amb capital privat de la mostra s'ha duplicat

Malgrat que l'eficiència mitjana en el context de la propietat privada s'hagi mantingut superior, el sector públic ha millorat el seu índex d'eficiència mitjà, el què s'interpreta s'interpreta com un millor aprofitament dels recursos disponibles per les indústries públiques als darrers anys.

Un altra prova que reafirma el fet anterior és que han augmentat els aeroports públics que van prendre com a *peers* als aeroports privats, és a dir, s'han incrementat el nombre d'aeroports ineficients del sector públic que pren com aeroports referents als aeroports ja privatitzats. En aquest context, l'aeroport privat de Melbourne és l'aeroport més referent del sector públic.

Les afirmacions anteriors son coherents amb el fet que les indústries de titularitat privada també han augmentat i, per tant, el nombre d'indústries públiques que els aeroports privats prenen com a *peers* ha baixat. Des d'aquest punt de vista, l'aeroport públic de Vancouver és el més referent del sector privat.

Per provar la diferència entre ambdues activitats en relació amb l'eficiència dels dos grups s'ha assajat el test de la posició estadística resultant que, els respectius índexs d'eficiència no pertanyen a la mateixa distribució normal al nivell de significació del 10%, el grup de titularitat privada és el que té un millor comportament eficient.

4.8.- La comparació bilateral

En el context dels inputs de caràcter qualitatiu que s'esmenten a l'apartat 4.6, s'aplica la comparació bilateral a les indústries aeroportuàries.

Cada indústria aeroportuària d'un grup A(B) hauria de ser avaluat respecte a les indústries aeroportuàries del grup oposat B(A). Aquesta comparació "entre" resultarà ser la discriminació més directa entre els dos grups.

En efecte, d'una banda, es faran comparacions bilaterals entre les indústries que tenen participacions de capital que se'ls hi assignarà el valor 2 i, les indústries que no tenen participacions en altres aeroports que se'ls hi assignarà el valor 1 i, de l'altra, entre les indústries que no son participades per cap aeroport que se'ls hi assignarà el valor 2 i, les indústries que son participades per algun aeroport que se'ls hi assignarà el valor 1.

A les taules 4.26, 4.27.1 i 4.27.2³¹ es representen les comparacions bilaterals elegides i, les dues explotacions corresponents a l'any 2004 respectivament.

³¹ Taules B.24, B25 i B.26 de l'annex B.

Taula 4.26.- Comparació Bilateral.

INDÚSTRIES AEROPORTUÀRIES	Més favorable 2 vs menys favorable 1.(*)	Més favorable 2 vs menys favorable 1.(**)
HKIA	2	2
NARITA A A	1	2
APACLtd. MELB.	1	1
AUCKLAND IALtd	2	1
BRISBANE ACLtd	1	1
WACLtd PERTH	1	1
SYDNEY ACLtd.	1	1
ADMTL	1	2
CALGARY A A	1	2
GTAA	1	2
OTTAWA IA	1	2
VIAA	2	2
ASUR	1	1
INDIANAPOLIS A A	1	2
MWAA NATIONAL	1	2
MWAA DULLES	1	2
AD ROMA SpA	1	1
SAGA TORINO SpA	1	1
AD FIRENZE SpA	1	1
DUBLIN A A Plc.	2	2
BRUSSELS IAC	1	1
COPENHAGEN A A/S	2	1
OSLO A A/S	1	2
CZECH A A	1	2
BAA Ltd. STANSTED	2	1
MANCHESTER AG Plc.	2	2
F MÜNCHEN GmbH	1	2
F HAMBURG GmbH	1	1
AI GENÈVE	1	2
UNIQUE ZURICH A	1	1
F WIEN AG	2	1
ATHENS IA	1	1
	(*) té participacions en altres aeroports se li assigna el 2 no té participacions en altres aeroports se li assigna el 1	(**) No és participat per cap aeroport se li assigna el 2, es participat per algun aeroport se li assigna el 1

Taula 4.27.1. Comparació Bilateral. Cas 1. 2004

INDÚSTRIES AEROPORTUÀRIES	(I)DONOL	(I)DOL	(I)E	(O)AF	(O)WLU	(O)ATM	(O)INO	Comparació Bilateral (*)
HKIA	141726	52480	958	5143532	55046760	190300	168753	2
AUCKLAND IALtd	6589	11343	281	676113	12673430	154800	39329	2
VIAA	38494	22692	284	565180	16763000	270400	81346	2
DUBLIN A A Plc.	215694	159941	2382	760341	23640850	271137	289750	2
BAA Ltd. STANSTED	69938	52430	988	1699984	23179610	177400	139977	2
MANCHES. AG Plc.	200761	107852	2573	2041956	29653000	261700	206025	2
F WIEN AG	97373	169953	357	712171	16881779	224800	138121	2
NARITA A A	780588	89326	891	6700760	54749286	186633	390215	1
APACLtd. MELB.	23994	11349	188	844200	22665310	165300	91963	1
BRISBANE ACLtd	19077	8136	143	964305	15302238	144700	58823	1
WACLtd PERTH	19099	6955	132	510896	8532000	53000	33739	1
SYDNEY ACLtd.	46659	21517	286	3614655	31176000	266700	170658	1
ADMTL	40156	26646	600	692091	12874828	235200	50401	1
CALGARY A A	26303	7568	162	409188	10414039	136000	26376	1
GTAA	255521	62462	1041	3681940	28292360	370100	128563	1
OTTAWA IA	18329	7364	163	225905	3609885	69600	12565	1
ASUR	47234	7935	619	882557	13974360	250802	24572	1
INDIANAPOLIS A A	19010	15300	415	1161599	17114800	212558	49425	1
MWAA NATIONAL	39856	34011	300	883912	15970870	268600	63653	1
MWAA DULLES	64778	44637	460	1772074	25783080	469600	102980	1
AD ROMA SpA	155269	155839	2314	2389895	32213038	353900	188044	1
SAGA TORINO SpA	18604	17944	447	72537	3289648	57800	14968	1
AD FIRENZE SpA	9432	9676	133	29633	1518747	24096	6031	1
BRUSSELS IAC	114914	52305	768	1023085	20970237	252069	106100	1
COPENH. A A/S	45731	82170	1485	976124	22391075	272500	109754	1
OSLO A A/S	100321	32315	552	1173815	15534160	186800	132325	1
CZECH A A	40173	27134	1709	979689	10165263	144962	47699	1
F MÜNCHEN GmbH	320442	220874	4946	2061913	29912785	370534	355200	1
F HAMBURG GmbH	31968	74140	716	332963	10619193	151430	69950	1
AI GENÈVE	51898	49939	556	200872	9094330	166600	73700	1
UNIQUE ZURICH A	104000	85494	1260	1913791	20882296	266700	155625	1
ATHENS IA	80000	34600	698	2061262	14755252	191000	67740	1

(*)Te participacions en altres aeroports se li assigna el 2, no en té, se li assigna l'1.

Taula 4.27.2.- Comparació Bilateral. Cas 2.

INDÚSTRIES AEROPORTUÀRIES	DONOL	DOL	Empleats	Actius Fixes	WLUs	ATM	INOA	Comparació Bilateral (*)
HKIA	141726	52480	958	5143532	55046760	190300	168753	2
NARITA A A	6589	11343	281	676113	12673430	154800	39329	2
ADMTL	97373	169953	357	712171	16881779	224800	138121	2
CALGARY A A	780588	89326	891	6700760	54749286	186633	390215	2
GTAA	23994	11349	188	844200	22665310	165300	91963	2
OTTAWA IA	19077	8136	143	964305	15302238	144700	58823	2
VIAA	19099	6955	132	510896	8532000	53000	33739	2
INDIANAPOLIS A A	40156	26646	600	692091	12874828	235200	50401	2
MWAA NATIONAL	26303	7568	162	409188	10414039	136000	26376	2
MWAA DULLES	255521	62462	1041	3681940	28292360	370100	128563	2
DUBLIN A A Plc.	39856	34011	300	883912	15970870	268600	63653	2
COPENH. A A/S	155269	155839	2314	2389895	32213038	353900	188044	2
OSLO A A/S	18604	17944	447	72537	3289648	57800	14968	2
CZECH A A	9432	9676	133	29633	1518747	24096	6031	2
MANCHES. AG Plc.	100321	32315	552	1173815	15534160	186800	132325	2
F MÜNCHEN GmbH	40173	27134	1709	979689	10165263	144962	47699	2
AI GENÈVE	31968	74140	716	332963	10619193	151430	69950	2
APAC Ltd. MELB.	38494	22692	284	565180	16763000	270400	81346	1
AUCKLAND IALtd	215694	159941	2382	760341	23640850	271137	289750	1
BRISBANE ACLtd	45731	82170	1485	976124	22391075	272500	109754	1
WACLtd PERTH	69938	52430	988	1699984	23179610	177400	139977	1
SYDNEY ACLtd.	200761	107852	2573	2041956	29653000	261700	206025	1
ASUR	46659	21517	286	3614655	31176000	266700	170658	1
AD ROMA SpA	18329	7364	163	225905	3609885	69600	12565	1
SAGA TORINO SpA	47234	7935	619	882557	13974360	250802	24572	1
AD FIRENZE SpA	19010	15300	415	1161599	17114800	212558	49425	1
BRUSSELS IAC	64778	44637	460	1772074	25783080	469600	102980	1
BAA Ltd. STANSTED	114914	52305	768	1023085	20970237	252069	106100	1
F HAMBURG GmbH	320442	220874	4946	2061913	29912785	370534	355200	1
UNIQUE ZURICH A	51898	49939	556	200872	9094330	166600	73700	1
F WIEN AG	104000	85494	1260	1913791	20882296	266700	155625	1
ATHENS IA	80000	34600	698	2061262	14755252	191000	67740	1

(*) No es participat per cap aeroport se li assigna el 2, es participat per algun aeroport se li assigna l'1.

(**) No és participat per cap aeroport se li assigna el 2, es participat per algun aeroport se li assigna el 1. 2004.

En aquest context, per cada indústria aeroportuària $a \in A$ es formularà el model del capítol III, apartat 3.3.7.1.

Els resultats de les comparacions bilaterals s'expressen a les taules 4.28.1. i 4.28.2.

TAULA 4.28.1.- Resultats de la Comparació Bilateral (*).Cas 1.

Grup	Indústria Aeroportuària	ÍNDEX	Conjunt de referència		Posició	
A canvi del Grup 1						
2	HKIA	0,65324808	BRISBANE ACLtd	SYDNEY ACLtd.	20	
2	AUCKLAND IALtd	2,18821779	APACLtd. MELB.	INDIANAPOLIS A A	4	
2	VIAA	0,9385268	BRISBANE ACLtd	MWAA DULLES	13	
2	DUBLIN A A Plc.	0,35048941	APACLtd. MELB.		30	
2	BAA Ltd. STANSTED	0,52837494	APACLtd. MELB.	SYDNEY ACLtd.	25	
2	MANCHESTER AG Plc.	0,26853202	APACLtd. MELB.	SYDNEY ACLtd.	31	
2	F WIEN AG	0,66947936	BRISBANE ACLtd	SYDNEY ACLtd.	18	
Mitjana			1,053163	Suma de posicions	420	
A canvi del Grup 2						
1	NARITA A A	1,89686748	HKIA	VIAA	F WIEN AG	6
1	APACLtd. MELB.	2,29499333	HKIA	AUCKLAND IALtd	VIAA	3
1	BRISBANE ACLtd	2,10093187	HKIA	AUCKLAND IALtd	VIAA	5
1	WACLtd PERTH	1,3975519	HKIA	AUCKLAND IALtd	VIAA	7
1	SYDNEY ACLtd.	2,84418154	HKIA	VIAA	F WIEN AG	1
1	ADMTL	0,66224605	AUCKLAND IALtd	VIAA		19
1	CALGARY A A	1,36432272	AUCKLAND IALtd	VIAA		8
1	GTAA	0,83618187	HKIA	AUCKLAND IALtd	VIAA	14
1	OTTAWA IA	0,71199078	AUCKLAND IALtd	VIAA		17
1	ASUR	2,31601325	AUCKLAND IALtd			2
1	INDIANAPOLIS A A	1,15420235	HKIA	AUCKLAND IALtd		10
1	MWAA NATIONAL	1,1230407	HKIA	AUCKLAND IALtd	VIAA	12
1	MWAA DULLES	1,34675049	HKIA	VIAA		9
1	AD ROMA SpA	0,42663936	HKIA	AUCKLAND IALtd	VIAA	29
1	SAGA TORINO SpA	0,23962027	AUCKLAND IALtd	VIAA		33
1	AD FIRENZE SpA	0,2513507	AUCKLAND IALtd	VIAA		32
1	BRUSSELS IAC	0,57195808	HKIA	AUCKLAND IALtd	VIAA	24
1	COPENHAGEN A A/S	0,49416988	AUCKLAND IALtd	VIAA		27
1	OSLO A A/S	1,14955356	AUCKLAND IALtd	VIAA		11
1	CZECH A A	0,5170003	HKIA	AUCKLAND IALtd		26
1	F MÜNCHEN GmbH	0,45186765	AUCKLAND IALtd	VIAA		28
1	F HAMBURG GmbH	0,58269468	AUCKLAND IALtd	VIAA		22
1	AI GENÈVE	0,57311268	AUCKLAND IALtd	VIAA		23
1	UNIQUE ZURICH A	0,60283666	HKIA	AUCKLAND IALtd	VIAA	21
1	ATHENS IA	0,7360739	HKIA	AUCKLAND IALtd	VIAA	15
1	ATHENS IA	0,7360739	HKIA	AUCKLAND IALtd	VIAA	15
Mitjana			0,799553	Suma de posicions	141	

(*)Tenen participacions en altres aeroports, grup 2, no en tenen, grup 1.

Hipòtesi nul·la: Ho Estadístic: **0,96881** La Ho no pot rebutjar-se al nivell de significació del 10%(Els dos grups tenen la mateixa distribució de l'índex d'eficiència).

A la vista de la comparació bilateral anterior es pot justificar el següent:

Els resultats mostren els índexs d'eficiència dels aeroports del grup 2 (categoria 3) i, els aeroports del grup 1(categories 1 i 2) junt amb els conjunts de referència i la seva posició dins del conjunt global.

El fet que el grup que té participacions en altres aeroports té una eficiència inferior en relació al grup que no en té s'explica a causa de l'escàs nombre d'unitats del que hi formen part.

Per provar la diferència estadística en l'eficiència en els dos grups s'assaja el test de la posició estadística (*Sum Rank test*) que dona com a resultat $T = -0,096881$, per un $\alpha = 10\%$. El percentil superior $\alpha/2$ de la distribució normal Standard és $T = 0,05$ equivalent a 1,645.

S'acceptarà la hipòtesi nul·la que els dos grups tenen la mateixa distribució de l'índex d'eficiència si $-T_{\alpha/2} \leq T \leq T_{\alpha/2}$, mentre que es rebutjarà si $T \leq -T_{\alpha/2}$ o $T \geq T_{\alpha/2}$.

Per tant, s'accepta la hipòtesi nul·la que els índex d'eficiència d'aquests dos grups pertany a la mateixa distribució al nivell de significació del 10%.

Per tant el grup 2, format per les indústries que tenen participacions accionaries en altres aeroports, no es comporta millor que el grup 1 format per les indústries que no en tenen.

Taula 4.28.2.- Resultats de la Comparació Bilateral (). Cas 2.**

Grup	Indústria Aeroportuària	ÍNDEX	Conjunt de referència			Posició	
A canvi del Grup 1							
2	HKIA	0,911812	APACLtd. MELB.	ASUR	SAGA TORINO SpA	22	
2	NARITA A A	2,207371	ASUR	AD FIRENZE SpA		1	
2	ADMTL	1,350086	APACLtd. MELB.	ASUR		9	
2	CALGARY A A	0,978501	APACLtd. MELB.	ASUR		18	
2	GTAA	1,960185	APACLtd. MELB.	ASUR	SAGA TORINO SpA	2	
2	OTTAWA IA	1,510734	APACLtd. MELB.	ASUR	SAGA TORINO SpA	7	
2	VIAA	1,183737	APACLtd. MELB.	ASUR	SAGA TORINO SpA	12	
2	INDIANAPOLIS A A	0,807543	APACLtd. MELB.	AD FIRENZE SpA		25	
2	MWAA NATIONAL	1,428603	APACLtd. MELB.	ASUR	SAGA TORINO SpA	8	
2	MWAA DULLES	0,479874	APACLtd. MELB.	ASUR	SAGA TORINO SpA	31	
2	DUBLIN A A Plc.	0,935098	APACLtd. MELB.	ASUR	AD FIRENZE SpA	BRUSSELS IAC	19
2	COPENHAGEN A A/S	0,564935	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd		29	
2	OSLO A A/S	1,005141	APACLtd. MELB.	UNIQUE ZURICH A		17	
2	CZECH A A	1,132031	UNIQUE ZUR.			13	
2	MANCHESTER AG Plc.	1,041516	APACLtd. MELB.	ASUR		16	
2	F MÜNCHEN GmbH	0,512748	APACLtd. MELB.	BRISBANE ACLtd	ASUR	AD FIRENZE SpA	30
2	AI GENÈVE	1,189406	APACLtd. MELB.	UNIQUE ZURICH A		11	
Mitjana			1,129372		Suma de posicions	270	
A canvi del Grup 2							
1	APACLtd. MELB.	1,563642	ADMTL	GTAA	MWAA NATIONAL	AI GENÈVE	6
1	AUCKLAND IALtd	1,866838	GTAA	AI GENÈVE			3
1	BRISBANE ACLtd	0,921857	NARITA A A	GTAA	INDIANAPOLIS A A	AI GENÈVE	21
1	WACLtd PERTH	0,701687	GTAA	AI GENÈVE			27
1	SYDNEY ACLtd.	0,788431	GTAA	AI GENÈVE			26
1	ASUR	1,219847	GTAA				10
1	AD ROMA SpA	0,856253	MWAA NATIONAL	OSLO A A/S	CZECH A A		24
1	SAGA TORINO SpA	1,75884	MWAA NATIONAL				4
1	AD FIRENZE SpA	0,92251	NARITA A A	OTTAWA IA	MWAA NATIONAL		20
1	BRUSSELS IAC	1,107882	OTTAWA IA	MWAA NATIONAL	DUBLIN A A Plc.		15
1	BAA Ltd. STANSTED	0,880816	GTAA	MWAA NATIONAL	OSLO A A/S	AI GENÈVE	23
1	F HAMBURG GmbH	1,117001	GTAA	AI GENÈVE			14
1	UNIQUE ZURICH A	1,748233	OSLO A A/S	AI GENÈVE			5
1	F WIEN AG	0,655615	GTAA	AI GENÈVE			28
1	ATHENS IA	0,372944	NARITA A A	GTAA	INDIANAPOLIS A A	MWAA NATIONAL	32
Mitjana			1,098826		Suma de posicions	258	

Hipòtesis nul·la: Ho

Estadístic: -0,396509

Els dos grups tenen la mateixa distribució de l'índex d'eficiència

La Ho no pot rebutjar-se al nivell de significació del 10%

(**) Participats per altres aeroports, grup 2, no participats, grup 1.

La comparació Bilateral de la Taula 4.28.2 estableix la relació entre les categories 1 i 2 que formen part del grup 1 o grup que inclou les empreses que són participades accionarialment per altres amb les empreses de la categoria 3 en les que la majoria accionarial és de caràcter públic i que formen el grup 2.

El test estadístic és $T = -0,396509$. Per tant, s'accepta la hipòtesi nul·la per la qual els índex d'eficiència d'aquests dos grups pertany a la mateixa distribució al nivell de significació del 10%.

Per tant, el grup 2 tampoc es comporta millor que el grup 1, per bé que, en relació amb l'altra comparació bilateral s'observa com aquesta distribució normal és més centrada que l'anterior i, per tant, el nivell de comparació entre aquests grups és menor que la primera comparació bilateral.

4.8.1- Conclusions

A partir de l'anàlisi de les variables categòriques qualitatives s'ha realitzat una comparació bilateral agrupant les categories en dos conjunts diferents.

D'una banda, el conjunt format pels grups que agrupen els aeroports que tenen participacions en altres aeroports en relació amb els aeroports que no en tenen, i d'altra banda, el conjunt format pels grups constituïts per les categories d'aeroports que són participats per altres aeroports i els que no en son participats.

La comparació bilateral s'ha basat en l'aplicació del test no paramètric de *Sum Rank*, el resultat del qual, per un nivell de confiança del 10%, ha demostrat que cap dels dos grups de cada conjunt es comporta millor que l'altre.

Per bé que s'intueix que en el futur el conjunt format per els grups d'aeroports que compren altres aeroports no tindrà la mateixa distribució que els que no tenen cap quota accionarial a altres indústries.

**CAPITOL V.-
CONCLUSIONS**

CONCLUSIONS

Aquesta investigació tracta d'analitzar els aspectes relacionats amb l'eficiència de les empreses i les indústries aeroportuàries en l'actual marc desregulador. En el decurs dels darrers anys, la propietat pública o privada dels aeroports i les seves diferents formes de gestió estan experimentant importants canvis l'objectiu dels quals és fomentar una gestió eficient i proporcionar els guanys d'eficiència i productivitat.

En aquest context, es planteja si les iniciatives introduïdes arreu, per al disseny d'un entorn més competitiu, suposa un factor fonamental per a la millora de l'eficiència. Per tal d'il·lustrar experimentalment sobre aquesta qüestió s'ha estudiat, un conjunt d'aeroports molt diferents pel seu tamany, per les característiques, per la propietat, etc., l'evolució de l'eficiència als darrers anys 2001-2004 en els que, a escala mundial, i més específicament en aquests aeroports, el fenomen de la desregulació ha estat notori.

Sota el marc d'anàlisi de la metodologia no paramètrica s'ha estudiat l'evolució de l'eficiència de diferents sistemes aeroportuaris i aeroports en el marc d'un procés continu cap a la privatització i desregulació que persegueix l'eficiència de les empreses i/o indústries aeroportuàries.

L'activitat que desenvolupen els aeroports en l'àmbit internacional s'emmarca, en el si de l'organització i gestió aeroportuària, en la participació tant dels agents públics com del sector privat. Des d'aquest punt de vista, l'inici del procés d'un conjunt de reformes en la propietat del capital amb la finalitat de millorar l'eficiència s'ha adreçat a augmentar la participació del sector privat. L'objectiu és, en qualsevol cas, aconseguir comportaments eficients tant des del prisma d'un sistema públic de la propietat com dels que puguin derivar-se d'una participació majoritària del sector privat.

Des del punt de vista de la participació pública mitjançant les corporacions creades amb la finalitat de determinar les polítiques de planificació estratègica i, en conseqüència, elegir el tipus de gestió als aeroports, es compten amb les infraestructures i serveis aeroportuaris de domini públic i, per tant, sotmesos a

l'aplicació de polítiques reguladores que són susceptibles d'esmoreir la tendència desreguladora actual.

En canvi, en el context de les indústries aeroportuàries que han anat avançant en els diferents modes de desregulació, amb diferents fórmules menys o menys encobertes de privatització com les concessions a llarg termini o la venda total de la propietat, les polítiques empresarials són dictades pels corresponents consells d'administració amb l'únic sotmetiment a les regles de la competència i de mercat.

Des del punt de vista de comparar el comportament del sector públic versus sector privat no s'han determinat, amb claredat, els aspectes que diluciden explícitament quins aeroports de la mostra analitzada obtenen millors resultats en el context de l'eficiència tècnica, si bé hi ha una tendència geogràfica a situar les millors indústries fora d'Europa.

Aquesta dinàmica sembla que no es reflecteix en altres modes de transport, per exemple en el transport marítim, en què són les infraestructures portuàries les que marquen els aspectes competitiu a l'hora de captar trànsit.

El camí iniciat en molts aeroports europeus s'adreça cap a models en els quals s'hi estableixen sistemes de propietat pública, privada o mixta. En el cas de titularitat pública, l'autoritat aeroportuària designada pel corresponent govern és la que estableix el ritme de la regulació del procés encaminat a la privatització. En aquest procés cal subratllar un conjunt d'elements que afavoreixen la implantació d'entorns competitiu.

En aquest context, un dels factors més remarcables és la incorporació de criteris de gestió empresarial en els plans de negoci aeroportuaris, com un instrument que gradualment substitueixi la normativa establerta en els sistemes de contractació de les administracions públiques. Així mateix, un dels aspectes més importants és la creació de departaments orientats al client la missió dels quals és el desenvolupament de polítiques de promoció aeroportuària, per mitjà del màrqueting per a la seva captació.

Cal dir també que el foment de la participació del sector privat, i més específicament la participació del seu capital en noves instal·lacions aeroportuàries, tal com es

reflecteix mitjançant els sistemes BOT o BOOT, han constituït uns instruments que també han ajudat a l'impuls de la competència en el mercat aeroportuari.

Les mesures introduïdes en el conjunt de les indústries aeroportuàries analitzades tracten d'incentivar la competència entre grups d'aeroports que produeixen magnituds del mateix ordre, a fi de fomentar comportaments eficients per mitjà de la seva capacitat d'incorporar valors dels seus factors productius que en millorin l'eficiència.

En el marc de la desregulació, la redacció d'un estudi empíric d'aquests aeroports capaç de valorar les millores de l'eficiència és especialment interessant. La metodologia no paramètrica s'encaixa perfectament en aquest tipus d'aplicacions i esdevé un marc analític que s'ajusta a les peculiaritats de l'activitat aeroportuària. És en aquest context que la modelització de la funció de producció esdevé cabdal.

La metodologia de l'anàlisi Envolupant de dades (DEA) dissenya una eina de càlcul a partir de la qual es pot mesurar l'eficiència relativa de cada unitat de presa de decisions, l'empresa aeroportuària. Així, comparant una mostra concreta d'indústries aeroportuàries que discriminin mútuament un comportament òptim, en termes d'eficiència, en relació amb les indústries que desenvolupen la seva activitat amb una eficiència inferior. Les mesures d'eficiència s'obtenen mitjançant la resolució de programes d'optimització matemàtica que situa a les indústries eficients sobre la frontera de producció, mentre que, la resta són ineficients.

S'ha fet un repàs de la literatura econòmica especialitzada en estudis empresarials que tracten de modelitzar la funció de producció i avaluar l'eficiència aeroportuària. El resultat ha suposat una manca, en primer lloc, de dades relacionades amb el factor treball, més concretament les dades dels departaments tècnics i operatius. En segon lloc, hi ha poca literatura adequada en relació amb el factor consum. Aquesta investigació pretén cobrir aquests dèficits amb l'objectiu de complementar les contribucions realitzades per altres autors. És des d'aquest punt de vista que s'ha dut a terme aquesta aplicació, el propòsit de la qual és l'anàlisi de l'eficiència aeroportuària en l'actual marc desregulador iniciat.

La funció de producció de les indústries aeroportuàries s'ha fonamentat en les unitats transportades: els passatgers, la càrrega aèria, les aeronaus anuals i els

ingressos de no aviació obtinguts, i l'ús d'un conjunt de factors productius associats amb el treball, el consum i el capital. L'objectiu d'anàlisi d'aquesta tesi és l'activitat conjunta de l'empresa aeroportuària o, en un marc més específic de la indústria aeroportuària, quan es focalitzi estrictament en el si del recinte aeroportuari, de manera que l'estudi de l'eficiència s'efectuï des d'una perspectiva global.

El factor treball agrupa el personal especialitzat en la gestió tècnica i operacional de l'aeroport. S'exclou el personal administratiu i el que és dependent dels contractes d'assistència en el sòl als passatgers, aeronaus i mercaderies.

El factor consum es constituït per les despeses operacionals que es presenten en el funcionament de la indústria i els actius fixes que es consumeixen en la producció.

El factor capital representa l'ús de les infraestructures existents a cada aeroport i que, per a l'obtenció dels outputs, disposen totes les indústries, tot i que no estan sota el seu control. El factor capital bàsic han estat ser els metres quadrats dels edificis del centre de càrrega i el nombre de serveis aeris en aquests edificis.

Dels resultats obtinguts s'arriba a les següents conclusions:

En el context de l'anàlisi de l'eficiència tècnica, i en el marc de l'orientació input, les indústries ineficients europees són el resultat de la sobredimensió dels inputs discrecionals. Així, d'una banda, el factor treball en l'àmbit de la gestió operacional, i de l'altra, com a conseqüència de l'anterior, la sobredimensió dels inputs associats al factor consum, en concret de les despeses operacionals que han comportat una quantitat d'output no dimensionada d'acord amb els recursos disponibles.

Dit d'un altra manera, s'ha arribat a la conclusió que els inputs que determinen específicament el comportament eficient o ineficient de les empreses són els relatius a la seva estructura de despeses operacionals. En aquest context, com a resultat de l'orientació input, també s'ha comprovat que la millora resultant de la producció real dels seus outputs se centra en l'augment de la càrrega útil transportada des de i dels aeroports i el nombre anual del moviment d'aeronaus.

Una segona conclusió, també des del punt de vista dels inputs discrecionals, és que les unitats ineficients europees prenen com a *peers* a indústries eficients que no són europees. La prova justificativa d'aquests resultats és doble: tant des del punt de

vista del nombre d'inputs discrecionals utilitzats en les explotacions, com si es prescindeix de la unitat referent líder.

Una conclusió resum, sobre la influència dels inputs discrecionals, és que les corporacions públiques o les empreses privades dels aeroports que han sabut gestionar les seves despeses operacionals sota el criteri de l'eficiència tècnica són, en general, no europees.

Des del punt de vista empresarial, s'ha arribat a la conclusió, pel que fa als resultats sobre l'eficiència tècnica, que hi ha una gradual i significativa diferència en relació amb la distribució accionarial, si la titularitat del capital és majoritàriament pública o privada. En efecte, s'ha constatat que el nombre d'empreses que han canviat la majoria del capital públic a privat augmenta o, si més no, disminueix el pes de la presència del capital públic en els consells d'administració de les empreses propietàries dels aeroports. Aquest fet ha estat associat a la millora de la seva eficiència mitjana per mitjà de la prova d'un test estadístic no paramètric.

A més, en el marc de l'eficiència tècnica, s'han extret conseqüències aclaridores sobre el comportament eficient de les empreses la titularitat de les quals és privada o majoritàriament privada. Així, de l'estudi comparatiu entre les dues activitats pública versus privada, es mostra que hi ha una tendència fefaent en relació amb les indústries considerades públiques, les quals han augmentat el nombre de freqüències de referència envers les indústries privades; en canvi, les indústries privades han disminuït el nombre de freqüències de referència envers les indústries públiques. En definitiva, les indústries de propietat privada han tingut, en general, un comportament més eficient que les corporacions públiques.

Les conclusions en el context dels inputs quantitius no controlables sobre les indústries considerades ineficients han mostrat, per mitjà de les modelitzacions d'una, dues i tres etapes, que únicament en el marc del model d'una etapa, s'esmenen els índexs d'eficiència de les indústries ineficients, mentre que en el model de dues etapes no s'ha pogut verificar si l'input no controlable *nombre de serveis aeris establerts en els edificis del centre de càrrega aèria* ha generat una proporció directa o inversa en relació amb els espais ocupats per aquestes empreses en el centre de càrrega. En el marc del model de tres etapes, que es basa en una metodologia no paramètrica, s'ha arribat a la conclusió que els dos inputs no

discrecionals han contribuït positivament a millorar l'estructura de les despeses operacionals en alguna de les empreses no europees.

La conclusió que es deriva de la introducció de les variables categòriques, que han servit per al tractament dels inputs de caràcter qualitatiu, expliquen en el cas dels inputs definits per la propietat aliena que la millor mitjana de l'índex d'eficiència s'ubica en el marc definit per la situació menys favorable des del punt de vista del control sobre la propietat, és a dir, quan les decisions dels òrgans de gestió no les pren la mateixa indústria sinó altres consells d'administració. Mentre que la conclusió associada als inputs qualitius definits per la propietat pròpia no mostren cap aspecte rellevant. Aquest circumstància s'hagués establert, en un sentit directe o invers, si s'hagués produït una relació directa o inversa de l'índex d'eficiència amb el nombre d'indústries que estiguessin sota el domini de l'empresa principal.

La conclusió, en relació amb el perfil de la indústria aeroportuària, se centraria en un aeroport d'àmbit no europeu, en el qual el pes dels inputs quantitius no controlables analitzats és gairebé no significatiu. Es tractaria d'una indústria amb predomini de la titularitat privada o, amb una tendència clara temporal al predomini gradual del sector privat cap a l'eficiència, en el que els factors de treball i de consum han estat determinants i són dominades de manera majoritària per una altra empresa del sector o que cotitza al mercat borsari.

Més específicament, en el marc de l'eficiència tècnica, la conclusió resum en relació amb el perfil d'una indústria aeroportuària se centra en:

Una indústria no europea que en el marc de l'orientació input presenti una estructura de despeses operacionals idònia. Aquesta indústria, des del punt de vista temporal, exerceix un predomini de la titularitat privada o amb una tendència clara gradual del sector públic envers l'objectiu d'aconseguir l'eficiència que està assolint el sector privat. A més, el pes dels inputs quantitius no controlables contribueixen a millorar l'estructura de les despeses operacionals en la indústria no europea transformant-la, si escau, en eficient. Per últim, en l'àmbit dels inputs qualitius, si aquesta indústria és de propietat aliena, presenta en relació amb la que no ho és una millora en el seu índex.

Per acabar, cal subratllar que aquest treball dota d'un nou marc metodològic a l'estudi de l'eficiència en el marc aeroportuari. La perspectiva del mitjà termini permet avaluar dos aspectes importants:

En primer lloc, la limitació imposada i justificada de la base de dades, tot i que no ha condicionat els resultats obtinguts que es fonamentava en els aeroports secundaris o els principals que operativament no han actuat en el sistema *hub ans spoke*, obre la possibilitat d'una nova línia d'investigació, a escala comparativa, de l'eficiència entre xarxes d'aeroports.

En segon lloc, la tendència a la desregulació aeroportuària iniciada als estats o a les regions amb el foment d'entorns competitius serveix, de la mateixa manera que es va establir en el context de les aliances de la indústria del transport aeri, també per encetar en l'àmbit aeroportuari un nou marc d'anàlisi de la competitivitat,.

Des d'aquest punt de vista, el disseny d'instruments que ajudin a l'establiment de factors productius que tinguin com a objectiu la millora de l'eficiència ha de ser l'element clau dels plans estratègics de les indústries aeroportuàries. D'aquesta manera, s'aconseguirà que els aeroports protagonitzin un paper cabdal en el foment de les comunicacions i estiguin, per mitjà dels seus gestors, en termes d'eficiència, al servei de la societat civil.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA RELATIVA A LA METODOLOGIA APLICADA.³²

Aigner, D, Lowell, CAK i Schimdt, P.

- 1977. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models". Journal of Econometrics 6, 21-37.

Ali, A.I.

- 1994."Computational Aspects of DEA, In: Charnes, A.,Cooper, W.W., Lewin, A.Y. I Seiford, L.M. eds", Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application, Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA, 63-88.

Ali, A.I.,Lerne, S.L. i Seiford, L.M.

- 1995."Components of Efficiency Evaluation in Data Envelopment Analysis", European Journal of Operational Research 80,462-473.

Álvarez Pinilla, A. (coordinador)

- 2001." La medición de la eficiencia y la productividad.

Avkiran, N.K.

- 2001."Investigating Technical Scale Efficiencies of Australian Universities through Data Envelopment Analysis", Socio-Economic Planning Sciences 35, 57-80.

Banker, R.D.

- 1993."Maximum Likelihood, Consistencies and Data Envelopment Analysis: A Statistical Foundation", Management Science 39, 1265-1273.

Banker, R.D., Charnes, A. i Cooper, W.W.

- 1984."Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", Management Science 30 (9), 1078-1092.

Banker, R.D. I Morey, R.

- 1986(a)."Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs", Operations Research 34, 513-521.
- 1986(b)." The Use of Categorical Variables in Data Envelopment Analysis" Management Science 32, 1613-1627.

Bogetoft,P.

- 2000."DEA and Activity Planning under Asymmetric Information", Journal of Productivity Analysis 13, 7-48.

Briec, W. I Leleu, H.

- 2003."Dual Representations of Non-Parametric technologies and Measurement of Technical Efficiency", Journal of Productivity Analysis 20, 71-96.

³² La inclusió de la part consultada de la Bibliografia que no es fa referència en la tesi es justifica pel fet que ha contribuït a l'adquisició d'un coneixement més extens dels treballs que en el context de la metodologia no paramètrica i, més específicament, s'ha dut a terme en el marc de l'anàlisi envolupant de dades.

Brockett P.L. i Golany B.

- 1996."Using Rank Statistics for Determining Programmatic Efficiency Differences in Data Envelopment Analysis", Management Science 42, 466-472.
- 2002."Nonparametric Frontier Estimation: A Robust Approach", Journal of Econometrics 106, 1-25

Chamberlain, G.

- 1994".Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications", Kluwer Academic Publishers, Boston.
- 1981."Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through", Management Science 27, 668-697.

Charnes A, Cooper WW. i Rhodes E.

- 1978. "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operational Research 2:6, 429-444.

Charnes A, Cooper WW. i Rhodes E.

- 1981. "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of DEA to Program Follow Through", Management Science 27, 668-697.

Chen Y. i Iqbal Ali, A.

- 2002."Output-Input Ratio Analysis and DEA Frontier", European Journal of Operational Research 142, 476-479.

Coelli,T.,Rao,D.S. i BATESSE,G.

- 1998."An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis", Kluwer Academic Publishers.

Cook, W.D. i Green R.H.

- 2003."Selecting Sites for New Facilities Using Data Envelopment Analysis", Journal of Productivity Analysis 19, 77-91.

Cooper,W., Seiford,L. i BATESSE, G.

- 1998."Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Test with Models, Applications, references and DEA-Solver Software", Kluwer Academic Publishers, Londres.

Cordero F JM, Pedraja Ch F i Salinas J J.

- 2005. "Eficiencia en educación secundaria e inputs no controlables: sensibilidad de los resultados ante modelos alternativos", Hacienda pública Española/Revista de Economía Pública, 173-2, 61-83.

Despotis, DK i Smirlis, YG

- 2002."Data Envelopment Analysis with Imprecise Data", European Journal of Operational Research 140, 24-36

Díez-Ticio, A i Mancebon, M.J.

- 2002."The Efficiency of the Spanish Police Service: An Application of the Multiactivity DEA Model", Applied Economics 34, 351-362.

Dyson, R i Thanassoulis, E.

- 1988. "Reducing Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis", Journal of the Operational Research Society 39, 563-576.

Farell, M.J.

- 1957. "The Measurement of Productive Efficiency", J of the Royal Statistics Society, serie A, 120, Part 3, 253-281.

Färe, R., Grosskopf, B i Lovell, C.A.K.

- 1985. "The Measurement Efficiency of Production", Boston-Corcoran-Lancaster. Kluwer-Nijhoff Publishing.

Färe, R. i Grosskopf, B. i Norris, N.

- 1997. "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change Industrialized Countries: Reply", American Economic Review 87, 1040-1043.

Färe, R. i Grosskopf, B., Norris, N. i Zhang, Z.

- 1994. "Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change Industrialized Countries", American Economic Review 84, 66-83.

Färe, R. i Primont, D.

- 1995. "Multi-Output Production and Duality: Theory and Applications", Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts.

Färe, R, Grosskopf, S. i Kirley, J.

- 2000. "Multi-output Capacity Measures and their Relevancy for Productivity", Bulletin of Economic Research 52, 101-111.

Färe, R. i Lovell C.A.K.

- 1978. "Measuring the Technical Efficiency of Production" Journal of Economic Theory, 19, 150-162.

Färe, R. i Zelenyuki, V.

- 2002. "Input Aggregation and Technical Efficiency", Applied Economics Letters 9, 635-636.

Førsund, F.R.

- 2002. "Categorical Variables in DEA", International Journal of Business and Economics, 2002, Vol.1, No.1, 33-43.

Fried, H. I Lovell, C.A.K.

- 1996. "Searching for the Zeds", II Georgia Productivity Workshop, Georgia University.

Fried, H.O., Lovell, C.A.K., Schmidt, S.S i Yaisawarng, S

- 2002. "Accounting for Environmental Effects and Statistical Noise in Data Envelopment Analysis", Journal of Productivity Analysis 17, 1-2 157-174.

Fried, H.O., Schmidt, S.S. i Yaisawarng, S.

- 1999. "Incorporating the Operating Environment into a Nonparametric Measure of Technical Efficiency", Journal of Productivity Analysis 12, 249-267.

Golany, B. i Roll, Y.

- 1993. "Some extension of Techniques to Handle Non-Discretionary Factors in Data Envelopment Analysis", *Journal of Productivity Analysis* 4, 119-132..

González, E. i Álvarez, A.

- 2001. "From Efficiency Measurement to Efficiency Improvement", *European Journal of Operational Research*, 133, 512-520.

Gumbau-L, M i Maudos, J.

- 2002. "The Determinants of Efficiency: The Case of the Spanish Industry", *Applied Economics* 34, 1941-1948

Halme, M., Joro, T., Korkhonen, Salo, S i Wallenius.

- 1999. "A Value Efficiency Approach to Incorporating Preference Information in Data Envelopment Analysis", *Management Science* 45, 103-115.

Haas, D.A. i Murphy, F H.

- 2003. "Compensating for non-Homogeneity in Decision-making Units in Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research* 144, 530-544.

Hollingsworth, B i Smith, P.

- 2003. "Use of Ratios in Data Envelopment Analysis", *Applied Economics Letters* 10, 733-735.

Jenkins, L. i Anderson, M.

- 2003. "A multivariate statistical Approach to Reducing the Number of Variables in Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research* 147, 51-61.

Kalirajan, K.P. i Shand, R.T.

- 1999. "Frontier Production Functions and Technical Efficiency Measures", *Journal of Economic Surveys* 13, 149-172.

Kamakura, W.A.

- 1988. "A Note on the Use of Categorical Variables in Data Envelopment Analysis", *Management Science* 34, 1273-1276.

Krugman, P.

- 1992. "Geografía y Comercio", Antonio Bosch (eds).

Kumbhakar, S.C.

- 1991. "Estimation of Technical Inefficiency in Panel Data Models with Firm and Time – specific Effects", *Economics Letters* 36, 43-48.
- 1996. "Efficiency Measurement with Multiple Output and Multiple Input", *Journal of Productivity Analysis* 7, 225-255.

Lovell, C.A.K.

- 1993. "Production Frontiers and productive Efficiency", H.Fried, CAK Lovell, SS Schimdt (eds).

Lovell, C.A.K.

- 1995. "Econometric Efficiency Analysis: A Policy-oriented Review", *European Journal of Operational Research* 80, 452-461.

Lovell, C.A.K.

- 1996."Applying Efficiency Measurement Techniques to Measurement of Productivity Change", *Journal of Productivity Analysis* 7,329-340.

Lovell, CAK i Muñiz MA.

- 2003."Eficiencia y Productividad en el Sector Público", *Papeles de Economía Española*, 95, "Sector Público y Eficiencia".

Lovell, C.A.K. i Pastor, J.T.

- 1999."Radial DEA models without Inputs or without Outputs", *European Journal of Operations Research* 118, 46-51.

Mar Molinero, C.

- 2003."Multiplicidad de los pesos en el análisis envolvente de datos", *Institut d'Organització i Control de Sistemas Industriales*, 2003.

Meeusen, W. i Broeck, van den J.

- 1977. "Efficiency Estimation from Cobb Douglas Production Functions with Composed error", *International Economic Review* Vol 18, 2, 435-444.

Muñiz,M.

- 2000."Inclusión de los inputs no controlables en un análisis DEA. El entorno familiar del alumno en la evaluación de los centros educativos", VII Encuentro de Economía Pública, Saragossa.

Muñiz, M.

- 2002." Separating Managerial Inefficiency and External Conditions", *European Journal of Operating Research* 143;6, 625-643.

Muñiz,M.i Suárez,J.

- 1998."Exogenous Factors and DEA: An Application to the Public Education Sector", I Workshop on Efficiency and Productivity, Oviedo.

Navas López, J.E. i Guerras Martín LA.

- 2002."La Dirección estratégica de la Empresa, Teoría y Aplicaciones", Thomson, Civitas.

Nemoto, J i Goto, M.

- 2003."Measurement of Dynamic Efficiency in Production: An Application of Data Envelopment Analysis to Japanese Electric Utilities", *Journal of Productivity Analysis* 19, 191-210.

Norman,M i Stoker,B.

- 1991."Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance", John Wiley & Sons, Chichester,UK.

Nozik,L.K., Borderas,H. i Mayburg,A.H.

- 1998."Evaluation of Travel Demand measures and programs: A DEA Approach. "Transportation Research Part A 32, 331-343.

Pastor, J.T.

- 1994. "How to Account for Environmental Effectes in DEA: An Application to Bank Branches", Working paper, Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Alicante.

Pedraja-Chaparro,F, Salinas-Jiménez,J i Smith, P.

- 1997."On the Role of Weight Restrictions in Data Envelopment Analysis", Journal of productivity Analysis 8, 215-230.
- 1999."On the Quality of the Data Envelopment Analysis", Journal of the Operational Research Society 50, 636-644.

Pendharkar, P.C.

- 2002." A Potential Use of Data Envelopment Analysis for the Inverse Classification Problem", Omega, The International Journal of Management Science 30, 243-248.

Premachandra,I., Powell, J.G. i Shi, J.

- 1998."Measuring the Relative Efficiency of Fund management strategies in New Zealand using a spreadsheet-based Stochastic Data Envelopment Analysis Model", Omega-International Journal of Management Science 26, 319-331.

Proudlove,N

- 2000."Using Excel for Data Envelopment Analysis" Working Paper 2007, Manchester School of Management, Manchester, UK.

Ramanathan, R.

- 2001."A Data Envelopment Analysis of Comparative Performance of Schools in the Netherlands". Opsearch the Indian Journal of Operational Research 38, 160-182.
- 2003."An Introduction to Data Envelopment Analysis" Sage Publications, New Delhi.

Ray,S.

- 1991. "Resource –use Efficiency in Public Schools: A Study of Connecticut Data", Management Sicence, 37 (12) 1620-1629.

Roll,Y i Golany, B

- 1993."Alternate Methods of Treating Factors Weights in DEA", Omega, International Journal of Management Science, 21 99-109.

Rousseau, J.J. i Semple, J.H.

- 1993: "Notes: Categorical outputs in Data Envelopment analysis", Management Science 39, 384-386.

Schmidt, P i R. Sickless

- 1996."Data Envelopment Analysis: The Evolution of the State of the Art (1978-1995)", Journal of Productivity Analysis 7, 99-137.
- 1997. "A Bibliography for Data Envelopment Analysis", Annals of Operations Research 73, 393-438.
- 1999. "An Investigation of Returns to Scale in Data Envelopment Analysis", Omega-International Journal of Management Science 27, 1-11.

Seiford, L.M. i Thrall, R.M.

- 1990."Recent Developments in DEA. The Mathematic Programming Approach to Frontier Analysis", Journal of Econometrics 46, 7-30.

Seiford, LM. i Zhu, J.

- 2002."Modelling Undesirable Factors in Efficiency Evaluation", European Journal of Operational Research 142, 16-20

Sengupta, J.K.

- 1992. "Non-parametric Approach to Dynamic Efficiency", Applied Economics 24, 153-159.
- "Dynamics of DEA", Kluwer Academic, Boston.
- 1996(a)."The Efficiency Distribution Approach in Data Envelopment Analysis: An Application", Journal of the Operational Research Society 47, 1387-1397.
- 1996(b)."Recent Developments in DEA: Theory and Applications", Applied Stochastic Models and Data Analysis 12, 1-26.
- 2002."Economics of Efficiency Measurement by the DEA Approach", Applied Economics 34, 1133-1139
- 2003."New Efficiency Theory". With Applications of Data Envelopment Analysis. Springer-Verlag, Berlin.

Shafer, S.M. i Byrd, T.A.

- 2000."A Framework for Measuring the Efficiency of Organizational Investments in Information Technologies using Data Envelopment Analysis, Omega- International Journal of Management Science 28, 125-141.

Sharma, K.R., Leung, P. i Zaleski, H.M.

- 1997."Productive Efficiency of the Swine Industry in Hawaii: Stochastic Frontier vs. Data Envelopment Analysis", Journal of Productivity analysis 8, 447-459.

Shephard, R.W.

- 1957." Cost and Production Functions", Princenton, NJ, Princenton University Press.

Silva-P, MC., Castro B, P. i Thanassoulis, E.

- 2003." Finding Closet Targets in Non-Oriented DEA Models: The Case of Convex and Non-Convex Technologies", Journal of Productivity Analysis 19, 251-269.

Simar, L

- 1996."Aspects of Statistical Analysis in DEA - type Frontier Models", Journal of productivity Analysis 7, 177-185.
- 2003."Detecting Outliers in Frontier Models: A Simple Approach", Journal of Productivity Analysis" 20, 391-424.

Simar, L i Wilson, P.

- 2000. "Statistical Inference in Non-parametric Frontier Models: The State of the Art", Journal of Productivity Analysis 13, 49-78.
- 2002."Non-parametric Tests of Returns to Scale", European Journal of operational Research Society 139(1), 115-132.

Smith, P i Mayston, D

- 1987. "Measuring Efficiency in the Public Sector", Omega- International Journal of Management Science 15, 181-189.

Stewart, T.J.

- 1996. "Relationships between Data Envelopment Analysis and Multicriteria Decision Analysis", Journal of the Operational Research Society 47, 654-665.

Staat, M.

- 2002. "Boostrapped Efficiency Estimates for a Model for Groups and Hierachies in DEA", European Journal of Operational Research 138, 1-8.

Suàrez, J. i Muñiz, MA.

- 1998. "Exogenous Factors in DEA: An Application to the Public Education Sector", Departamento de Economía de la Universidad de Oviedo.

Thanassoulis, E. i Dyson, R.G.

- 1992. "Estimating Preferred Target input -output levels using Data Envelopment Analysis", European Journal of Operational Research 56, 80-97

Tone, K.

- 1993. "On DEA Models", Communications of the Operations Research Society of Japan, 38, 34-40.

Tsionas, E.G.

- 2003. "Combining DEA and Stochastic Frontier Models: An Empirical Bayes Approach", European Journal of Operational Research 147, 499-510.

Tyteca, D.

- 1996. "On the Measurement of the Environmental Performance of Firms: A Literature Review and a Productive Efficiency Perspective", Journal of Environmental Management 46, 281-308.
- 1997. "Linear Programming Models for the Measurement of Environmental Management of Firms: Concepts and Empirical Results", Journal of Productivity Analysis 8, 175-189.

Wang, H-J. i Schmidt, P.

- 2002. "one-Step and Two-Step Estimation of the Effects of Exogenous Variables on Technical Efficiency Levels", Journal of Productivity Analysis 18, 129-144.

Wilson, P.W.

- 1995. "Detecting Influential Observations in Data Envelopment Analysis", Journal of Productivity Analysis 6, 27-45.

Yan, H., Wei, Q. i Hao, G.

- 2002. "DEA Models for Resource Reallocation and Production Input/Output Estimation", European Journal of Operational Research 136, 19-21.

Zhu, J.

- 1996. "Data Envelopment Analysis with preference Structure", Journal of the Operational Research Society 47, 136-150.

- 2002."Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: DEA with spreadsheets and Excel Solver", Kluwer Academic Publishers, Boston.
- 2003."Imprecise Data Envelopment Analysis (IDEA):A Review and Improvement with an Application", European Journal of Operational Research 144, 513-529
- 2003."Efficiency Evaluation with Strong Ordinal Input and Output Measures", European Journal of Operational Research 146, 477-485

BIBLIOGRAFIA RELATIVA A L'APLICACIÓ.³³

Adler N. i Berechman J.

- 2001."Measuring airport quality from the airlines' viewpoint: An application of Data Envelopment Analysis", *Transport Policy* 171-181.

Bazargan M. i Vasigh B.

- 2003."Size versus efficiency: A case study of US commercial airports", *Journal of Air Transport Management* volume 9, 3, 187-193.

Benell, D.W. i Prentice, B.E.

- 1991."A Regression Model for Predicting the Economic Impacts of Canadian Airports", *Logistics and Transportation Review* 29, 2.

Cranfield University.

- 1998. "User costs at Airports in Europe, SE Asia and the USA 1997-1998". Informe de investigació nº6 del Grupo de Transport Aéreo. Col·legi Universitari d'Aeronàutica de la Universitat de Cranfield, feb. 1998.

Doganis, R.

- 1995."La Empresa Aeroportuaria", Editorial Paraninfo.

Doganis R, Graham A i Lobbenberg A.

- 1995."The Economic Performance of European Airports", Department of Air transport, Cranfield University.

Esteve Pardo, J.

- 2001."Regim Jurídico de los aeropuertos: Servicio Público y Explotación Comercial." Tirant lo Blanch.

Fernandes E i Pacheco RR.

- 2002."Efficient use of airport capacity", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, volume 36, 3, 225-238.

Francis G, Humphreys I. i Fry J.

- 2002."The Benchmarking of Airport Performance", *Journal of Air Transport Management*, volume 8, 4, 239-247.

Gang, S.

- 1996."El aeropuerto como aglutinador d'actividades". Entorno a los aeropuertos. INECO.

Guillen D i Lall A

- 1997-"Developing measures of airport productivity and performance: an application of Data Envelopment Analysis." *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* volume 33, 4, 261-273.

³³ La inclusió de la part consultada de la Bibliografia que no es fa referència en l'aplicació té per objectiu donar a conèixer tots els treballs duts a terme per diversos autors en relació amb l'anàlisi de les diferents problemàtiques associades a l'economia de l'empresa aeroportuària i, que d'antuvi, constitueixen una base informativa prou significativa.

Guillen, D. i Walters II, WG.

- 1997. "Introduction Airport Measurement and Airport Pricing", Transportation Research –Paer E. Logistics and Transportation Review, Volum 33, no. 4, 261-273.

Holvad, T.i Graham, A.

- 2000."Efficiency Measurement for Airports", Transport Studies Unit, University of Oxford and Transport Studies Group, University of Westminster.

Hooper, PG. i Hensher H.

- 1997. "Measuring Total factor Productivity of Airports.- An index number approach", Transportation Research –Paer E. Logistics and Transportation Review, Volum 33, no. 4, 249-259.

Humphreys I. I Francis G.

- 2002. "Performance measurement: a review of airports", International Journal of Transport Management volume 1, 2, 79-85.

Kumbhakar, S.C.

- 1990."A Reexamination of Returns to Scale, Density and Technical Progress in U.S. Airlines", Southern Economic Journal, 57, 428-442.

Landeghem, H.Van i Beuselinck, A.

- 2002."Reducing Passenger Boarding Time in Airplanes: A Simulation Based Approach", European Journal of Operational Research 142, 294-308.

Leigh, R.J., Drake,L.i Thampapillai.

- 1997."An Economic Analysis of Terminal Aerodrome Forecasts with Special Reference to Sydney Airport", Journal of Transport Economics and Policy 32, Part 3.

Martín JC i Román C.

- 2001."An application of DEA to measure the efficiency of Spanish airports prior to privatization", Journal of Air Transport Management volume 7, Issue 3, May 2001, 149-157.

Navas López, J.E. i Guerras Martín LA.

- 2002."La Dirección estratégica de la Empresa, Teoría y Aplicaciones", Thomson, Civitas.

O'Coonor, WE.

- 2001. "An Introduction to Airline Economics", Praeger, Westport, Connecticut, London.

Oum TH I Yu Ch.

- 2004."Measuring airports' Operating Efficiency: a summary of the 2003 ATRS global benchmarking report." Transportation Research Part E 40 (2004) 515-532.

Oum TH., Yu Ch. i Fu X.

- 2003."A Comparative Analysis of Productivity Performance of the world's major airports: Summary report of the ATRS global airport benchmarking research report -2002", Journal of Air Transport Management 9, 285-297.

Pacheco RR i Fernandes E.

- 2003. "Managerial Efficiency of Brazilian airports", Transportation Research Part A: Policy and Practice volum 37 issue 8, 667-680.

Pels Eric, Nijkamp P i Rietveld P.

- "2001. Relative efficiency of European airports." , Transport Policy Volume 8, issue 3, july 2001, pag.183-192.

Rendeiro Martín-Cejas R.

- 2002. "An approximation to the productive efficiency of the Spanish airports network through a deterministic cost frontier". Journal of Air Transport Management volume 8, issue 4, 2002, 233-238.

Reynolds-Feighan, A.J. i Feighan, K.J.

- 1997. "Airport Services and Airport Charging Systems: A Critical Review of the Common Framework", Transportation Research E: Logistics and Transportation Review 33 (4) 311-320.

Salazar de la Cruz, F.

- 1999. "A DEA Approach to the Airport Production Function", Internacional journal of Transport Economics 26(2) june.

Sarkis J.

- 2000. "An Analysis of the operational efficiency of major airports in the United States." , Journal of Operations Management volume 18, issue 3, April 2000, pag. 335-351.

Sarkis J. i Talluri S.

- 2004. "Performance based clustering for benchmarking of US airports", Transportation Research Part A: Policy and Practice volume 38, Issue 5, june 2004, pag.329-346.

Vasigh B. i Hamzaee RG.

- 1998. "A comparative analysis of economic performance of US commercial airports". Journal of Air Transport Management volume 4, Issue 4, October 1998, 209-216.

Wang Rong-Tsu, Ho Ch-Ta, Feng Ch-M i Yang Y-K.

- 2004. "A Comparative Analysis of the operational performance of Taiwan's major airports", Journal of Air Transport Management, 10, 353-360.

Yu MM.

- 2004. "Measuring physical efficiency of domestic airports in Taiwan with undesirable outputs and environmental factors", Journal of Air transport Management volume 10 issue 5, 295-303.

ALTRES FONTS CONSULTADES:

- AIRCARGO WORLD
- AIRPORTS, ANNUAL REPORTS
- AIRPORT COUNCIL INTERNATIONAL
- AIRPORT PERFORMANCE INDICATORS (TRL)

- AIRSERVICES AUSTRALIA
- AIRTRANSPORT INTELIGENCE
- AIRTRANSPORT WORLD
- AUSTRALIA AIRFREIGHT STATISTICS
- AUSTRALIAN AVIATION ARCHIVE
- AUSTRALIAN BUREAU STATISTICS, AIRLINES & CARGO.
- BUREAU OF TRANSPORTATION STATISTICS
- WORLD AIRPORT GUIDE